

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année 1959 — N° 76

A PROPOS
DES COMPLICATIONS GRAVES
DE L'ANGIOCARDIOGRAPHIE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 6 Juillet 1959

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Jean-Claude TULOUP

Né le 9 Mai 1930, à ÉVIAN-les-BAINS (Haute-Savoie)



LYON

Imprimerie BOSC Frères
42, quai Gailleton, 42

—
1959

A PROPOS DES COMPLICATIONS GRAVES
DE L'ANGIOCARDIOGRAPHIE

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année 1959 — N° 76

A PROPOS
DES COMPLICATIONS GRAVES
DE L'ANGIOCARDIOGRAPHIE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 6 Juillet 1959

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Jean-Claude TULOUP

Né le 9 Mai 1930, à ÉVIAN-les-BAINS (Haute-Savoie)



LYON

Imprimerie BOSC Frères
42, quai Gailleton, 42

1959

Doyen Honoraire M. J. LEPINE - Doyen M. H. HERMANN
Correspondant de l'Institut
Assesseur..... M. M. LEVRAT.

PROFESSEURS HONORAIRES : MM. NICOLAS, COLLET, GUIART, CADE, PATEL, LEPINE,
TRILLAT, MOURIQUAND, MAZEL, GARIN, BONNET, GATE, MARTIN.

PROFESSEURS

Clinique médicale A	MM. LEVRAT.
Clinique médicale B	P. RAVAUULT
Clinique chirurgicale C	BERTRAND.
Clinique chirurgicale A	MALLET-GUY.
Clinique chirurgicale B	WERTHEIMER.
Clinique et prophylaxie cardio-vasculaire	FROMENT.
Clinique urologique	CIBERT.
Clinique neuro-psychiatrique et hygiène mentale	DECHAUME.
Clinique des maladies infectieuses et bactériologie	SEDALLIAN.
Clinique de chirurgie orthopédique et chirurgie infantile	GUILLEMINET.
Clinique gynécologique	POLLOSSON.
Clinique obstétricale	PIGAUD.
Clinique stomatologique	DUCLÓS.
Clinique médicale infantile et hygiène du 1 ^{er} âge	BERNHEIM.
Clinique ophtalmologique	PAUFIQUE.
Clinique et prophylaxie de la tuberculose	BRUN.
Clinique dermatologique et syphiligraphique	THIERS.
Clinique oto-rhino-laryngologique	MOUNIER-KUHN.
Pathologie médicale et clinique médicale propédeutique	CROIZAT.
Physiologie	HERMANN.
Anatomie pathologique	GUICHARD.
Physique biologique, radiologie et physiothérapie	PONTHUS (détaché à Beyrouth).
Thérapeutique chirurgicale et chirurgie opératoire	ROCHET.
Chimie organique et toxicologie	CHAMBON.
Hydrologie thérapeutique, climatologie et écologie sociale	DELORE.
Chimie biologique et médicale	ENSELME.
Histologie	X
Pharmacie galénique et matière médicale	REVOL.
Médecine du travail	BOURRET.
Hygiène et action sanitaire et sociale	SOHIER.
Biologie médicale et pharmacodynamie	JOURDAN.
Botanique et cryptogamie	NETIEN.
Chimie analytique pharmaceutique	BADINAND.
Pharmacie et pharmacologie	DREVON.
Médecine légale et déontologie	ROCHE.
Parasitologie et pathologie exotique	COUDERT.
Traumatologie des membres	CREYSSEL J.
Cancérologie	DARGENT.
Pathologie générale et expérimentale	GIRARD P.
Anatomie	LATARJET.
Thérapeutique	GIRARD M.
Pathologie chirurgicale	PEYCELON.

PROFESSEUR A TITRE PERSONNEL

Physique nucléaire appliquée à la médecine M. BERGER

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Obstétrique	MM. BANSSILLON.	Parasitologie	MM. ROMAN.
Physiologie	CIER J.-F.	Physiologie	CHATONNET.
Bactériologie	BERTOYE A.	Pharmacie galénique et matière médicale ..	DORCHE.

MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES

Chimie biol. et méd.	MM. CREYSSEL R.	Anatomie pathologique ..	MM. FEROLDI.
Anatomie	DUROUX.	Histologie	DUMONT L.
Pharmacie et Pharmacol. ..	CIER A.	Hygiène	THIVOLET J.
Chimie organique et toxicologie	PERROT.	Parasitologie	GARIN J.-P.
Thérapeutique	BRETTE.	Physique	MORET.
		Cryptogamie	ODDOUX.

AGREGES EN EXERCICE

Médecine générale ...	MM. GALLY.	Chirurgie générale ...	MM. de MOURGUES.
Médecine générale ...	GONIN.	Dermatologie et Syphil.	COLOMB.
Médecine générale ...	GUINET.	Electro-radiologie	PAPILLON.
Médecine générale ...	PONT.	Maladies infectieuses ..	MONNET.
Médecine générale ...	VIGNON.	Médecine légale	COLIN.
Médecine générale ...	REVOL Louis.	Médecine du Travail ..	TOLOT.
Médecine générale ...	TRAEGER.	Neuro-chirurgie	LECUIRE.
Médecine générale ...	PLAUCHU.	Neurologie et Psychiatr.	SCHOTT.
Médecine générale ...	DEVIC Michel.	Neurologie et Psychiatr.	GUYOTAT.
Médecine générale ...	DESPIERRES Ch.	Obstétrique	MATHIEU J.
Médecine générale ...	MARION Pierre.	Obstétrique	BURTHIAULT.
Chirurgie	MICHAUD.	Obstétrique	DUMONT Martial.
Chirurgie générale ...	JAUBERT	Ophthalmologie	BONAMOUR.
	de BEAUJEU.	Orthopédie	MARION Joseph.
Chirurgie générale ...	SAUTOT.	Oto-rhino-laryngologie ..	GIGNOUX.
Chirurgie	GUILLEMIN.	Pédiatrie et Puériculture	FRANÇOIS.
Chirurgie générale ...	FRANCILLON.	Stomatologie	FREIDEL.
Chirurgie générale ...	SAUBIER.	Urologie	DURAND Louis.

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : M. FROMENT ; Assesseurs : MM. BERGER,
PAPILLON et J.-F. MICHAUD.

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner ni approbation, ni improbation.

A MA GRAND'MERE

A MON PERE ET A MA MERE

Je leur dédie ce travail, faible témoignage de ma reconnaissance et de mon affection.

A MES DEUX FRERES ET A LEURS FAMILLES

A MON PARRAIN

A TOUS MES COUSINS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR ROGER FROMENT

Maître prestigieux de la Cardiologie, il nous a touché par son extrême bienveillance. Il nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse. Nous l'en remercions bien vivement.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre admiration respectueuse.

AUX MEMBRES DE NOTRE JURY

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR BERGER

Nous avons toujours admiré en lui la clarté de ses exposés, l'exactitude de son jugement.

Nous lui sommes reconnaissant d'avoir si volontiers accepté de nous juger.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ PAPILLON

La richesse de son enseignement est appréciée et son dévouement envers le malade sert d'exemple.

Sa courtoisie et sa bonté ont été souvent un réconfort pour nous. Nous le remercions de la confiance qu'il nous fait en nous gardant auprès de lui. Il a bien voulu juger notre Thèse. Qu'il soit assuré de notre profonde gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ MICHAUD

Nous le remercions d'avoir bien voulu accepter d'être parmi nos juges. Nous tenons à lui exprimer notre profond respect.

A NOS MAITRES DANS LA SPECIALITE

MONSIEUR LE PROFESSEUR DARGENT

Pendant les années passées au Centre Léon-Bérard, nous avons pu admirer l'étendue de ses connaissances et son esprit novateur.

Nous le remercions de sa bienveillance et l'assurons de notre respectueux attachement.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ PINET

Il a bien voulu nous confier ce travail et nous guider sans cesse dans sa réalisation. Son érudition, son amabilité font que l'on a plaisir à apprendre auprès de lui. Nous espérons ne pas l'avoir déçu.

Qu'il voie ici l'expression de notre respectueuse reconnaissance.

MESSIEURS LES DOCTEURS BERAUD, MONTBARBON, FONTES

La précision de leur enseignement, leur sens de l'exposé nous ont permis de voir plus clair dans cette science parfois difficile qu'est l'Electro-radiologie. Nous les en remercions bien vivement.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR PAUL ROBERT

Electro-radiologue de l'Hôpital de Chambéry

Il a fait naître en nous la vocation radiologique. Pendant deux années passées dans son service, nous avons pu profiter de sa longue expérience radio-clinique. Il a bien voulu nous instruire avec bonté et nous accorder sa confiance. Pussions-nous toujours rester digne de son estime.

A TOUS NOS MAITRES DE L'INTERNAT
DES HOPITAUX REGIONAUX DE LYON

A TOUS NOS AMIS

INTRODUCTION

L'angiocardioraphie a acquis droit de cité dans les techniques radiologiques modernes. Le contraste tranché qu'elle apporte lui assure des résultats précis.

L'éventail de ses indications s'est élargi considérablement ces dernières années.

Le problème des accidents qu'elle peut engendrer reste encore posé. C'est pour essayer de préciser les types d'accidents et leur genèse, les progrès faits dans leur prévention, les contre-indications que l'on doit respecter pour les éviter, que nous avons entrepris ce travail.

Nous confronterons des statistiques étrangères, et celles de Lyon recueillies dans le service du Professeur Santy, puis du Professeur Agrégé Michaud concernant des A.C.G. réalisées pour des affections cardio-vasculaires — venant pour la plupart du service du Professeur Froment — pulmonaires et médiastinales.

Nous ferons une étude détaillée des complications mortelles rapportées que nous compléterons par le rapport d'observations expérimentales ou cliniques relevées au cours d'angiocardioraphies.

Nous tenterons ensuite de dégager les grandes idées pathogéniques de ces complications, ce qui doit nous permettre de préciser les mesures prophylactiques à prendre pour diminuer le nombre d'accidents.

Nous commencerons toutefois cette étude par un bref rappel historique et un exposé des différentes techniques de l'angiocardioraphie qui ont été utilisées.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

L'ère expérimentale de l'angiocardigraphie a débuté le jour où, en 1929, Forsmann introduisait dans une veine de son propre bras une sonde urétérale qu'il poussa jusqu'à ce qu'elle parvienne à son oreillette droite. Par cette fameuse expérience il ouvrait la voie à Cournand pour ses études sur le cathétérisme cardiaque.

Plus tard, il tenta d'injecter par une sonde ainsi introduite un produit opaque afin de visualiser les cavités cardiaques. Il échoua, mais il avait ouvert la voie à une nouvelle méthode d'investigation cardio-vasculaire.

En 1931, Egaz Moniz, Lopo de Carvahlo et A. Lima parvenaient à visualiser chez des chiens et des lapins les vaisseaux pulmonaires en injectant dans des catheters poussés jusque dans l'oreillette gauche une solution d'iodure de sodium.

Ayant eu connaissance des travaux de Forsmann, ils introduisaient un catheter dans une veine du bras chez l'homme, et le conduisaient jusque dans l'oreillette gauche. Sept à huit cc. d'iodure de sodium à 80 % étaient alors injectés. Pour augmenter la qualité du film ils allaient jusqu'à effectuer une constriction des cuisses, du bras resté libre et des jugulaires pour réduire le flot sanguin de retour afin d'éviter une dilution trop grande du produit de contraste. Ils utilisèrent même de l'iodure de sodium à 120 %, en notant que les veines du cou étaient moins sensibles que les veines du bras lorsque le produit était directement injecté au trocart. En fait ils démontrèrent la supériorité de l'injection après cathétérisme cardiaque qui donnait une bien meilleure opacification que l'injection directe dans la jugulaire externe ou la veine sous-clavière. La ponction de la veine cave supérieure s'avéra infructueuse.

Ils déduisirent de leurs essais tout l'intérêt de la méthode et son innocuité, n'ayant à déplorer aucun accident grave.

En France, Ravina avec Sourice et Ben Zaquen (1932) réalisaient quelques opacifications des cavités droites et des vaisseaux pulmonaires chez le chien et le lapin, et Ameuille, Ronneaux, Hinault, Desgrez et Lemoine chez l'homme. Ces travaux ne furent pas poursuivis, l'introduction d'une sonde intracardiaque ayant été jugée dangereuse.

C'est avec Castellanos d'une part et Robb et Steinberg d'autre part que se terminait cette première période de tâtonnements expérimentaux.

A Cuba en 1937-1938, Castellanos, Péreiras et Garcia obtenaient chez l'enfant d'excellents films visualisant le tronc de l'artère pulmonaire, l'oreillette et le ventricule droits. Ils ne prenaient qu'un cliché en fin d'injection intraveineuse, et par la surexposition obtenaient de bonnes images. La cardiographie était née et l'on pouvait parler de cardio-angio-pneumographie. Les cavités gauches n'étaient visibles que dans les cas de shunt dans le sens veino-artériel.

Plus tard, utilisant toujours la voie veineuse périphérique, ils imaginaient une prise de clichés multiples en face et profil simultanés, s'instituant ainsi les véritables promoteurs de l'Angiocardiographie moderne.

En 1938, à New-York, Robb et Steinberg mettaient la même méthode au point chez l'adulte, et en 1940 rapportaient déjà 215 observations. Ils utilisaient un produit iodé (1) couramment employé pour les urographies intra-veineuses.

A cette même époque, Grishmann, Steinberg, Sussmann, Tailor, Mac Govern décriront les aspects normaux et pathologiques des cavités droites en particulier.

En 1946, au Congrès Panaméricain de Cardiologie à Mexico, Chavez et ses collaborateurs Célis et Dorbecker publièrent un rapport remarquable sur l'angiocardiographie. Ils reprenaient après E. Moniz, l'idée de Forsmann et injectaient directement dans l'oreillette droite le produit de contraste par l'intermédiaire d'une sonde de gros calibre (en l'occurrence une sonde de Nélaton) introduite par la veine jugulaire externe. Dépôtant le liquide opaque au sein même du cœur droit, et obtenant d'excellents films, ils annonçaient l'angio-cardiographie sélective.

(1) Le Diodrast à 70 %.

. Depuis, les travaux expérimentaux et cliniques se sont succédé, améliorant techniques, résultats et ont élargi l'éventail des indications.

Citons en France les travaux de Mouquin, Piéquet, Donzelot, Heim de Balsac, sur les cardiopathies congénitales, de Weiss, Bourgeois, Choubrac, Bariéty, Monod, Salam, Piéquet, sur la vascularisation pulmonaire proprement dite.

A Lyon, plus particulièrement, travaux du Professeur Santy, des Progresseurs Agrégés P. Marion et J. Papillon, Pinet, de MM. Bret, Cahen, Sournia, Gravier.

L'A.C.G. s'est appliquée à presque toute la pathologie médiastinale, permettant « de dissocier une lésion, de la situer, d'en étudier le retentissement vasculaire, seule la gouttière costo-vertébrale droite échappant à cette méthode d'investigation » (F. Pinet).

Si de nombreuses indications sont admises par tous, certaines restent discutées. L'étude des complications de l'A.C.G. peut apporter une contribution non négligeable à la limitation de ses possibilités.

CHAPITRE II

LES TECHNIQUES DE L'ANGIO-CARDIO-PNEUMOGRAPHIE

La pathologie pulmonaire, cardio-aortique et médiastinale bénéficie de l'angiocardigraphie.

Ces diverses possibilités expliquent les différentes modalités techniques qui se sont fait jour, et la relative gravité de certaines voies.

Plusieurs moyens sont possibles :

1. — Par voie veineuse.

— Soit injecter le produit opaque par un trocart ponctionnant une veine périphérique du bras, du cou ou du thorax (Castellanos, Robb et Steinberg);

— Soit amener le produit de contraste directement dans une cavité droite du cœur (ou gauche en cas de shunt) ou dans l'artère pulmonaire grâce à un catheter introduit par une veine et poussé jusqu'au cœur (Chavez, Dorbeker, Celis).

Dans le premier cas, l'angiocardigraphie est dite *globale*, dans le deuxième elle est dite *sélective* :

— Pour ce faire on utilise pour la première technique la ponction veineuse par un gros trocart (20/10 de mm. chez l'adulte, 16/10 chez l'enfant) par voie transcutanée ou le plus souvent après dénudation sous anesthésie générale ou locale. Chez l'adulte on utilise les veines du pli du coude (Castellanos, Robb et Steinberg); chez l'enfant on a souvent recours aux jugulaires externes (Donzelot, Emam-Zade, H. de Balsac, Escalle et Antoine). Aubaniac, Viallet, Sendra préconisent l'injection dans la veine sous-clavière.

— L'injection à travers une sonde peut s'effectuer de plusieurs manières :

— Sonde de gros calibre introduite dans la veine jugulaire externe et poussée dans les cavités droites (Chavez, Dorbecker et Célis).

— Cathétérisme sélectif réalisé à l'aide d'une sonde type 9F de Cournand introduite par une veine du pli du coude, qui permet d'injecter le produit sélectivement dans l'oreillette ou le ventricule droits, l'artère pulmonaire ou même une de ses branches, et parfois dans un shunt artério-veineux donnant accès aux cavités gauches.

D'autres auteurs (Björk, Kjellberg) ponctionnent directement l'oreillette gauche par abord dorsal, ou le ventricule gauche (Nunez, Ponsdomenech), mais le trocart est fin et son débit souvent insuffisant.

2. — Par voie artérielle.

Lorsqu'on s'intéresse particulièrement à l'aorte, certains préfèrent la mettre en évidence par ponction directe de l'aorte à travers la paroi thoracique ant. (Nuvoli 1936), par voie transversale (Radner 1945), à travers le deuxième espace intercostal gauche (Hoyos et Del Campo, 1948), par voie d'abord sus-claviculaire droite (Wickbom 1952), par abord sus-sternal (Alhomme, Gélin, Facquet).

Actuellement on préfère l'artographie rétrograde :

— *soit par cathétérisme :*

- de l'artère humérale (Castellanos, Péreira, 1939) ;
- de la carotide primitive (Stéphens, Freeman, Burford, Carson), ou externe (Marion P. et J. Papillon) ;
- de l'artère radiale (Brodén, Radner, 1948; Jonsson, 1948; Helmsworth, Mac Guire, Felson, 1948) ;
- de l'artère fémorale (Sutton).

— *soit par la technique de Sutton* qui utilise l'instrumentation de Seldinger et réalise un cathétérisme par l'artère fémorale sans la dénuder;

— *soit par injection à contre-courant* dans une artère périphérique, technique qui a un regain d'intérêt avec la toute nouvelle méthode d'aortographie rétrograde sous hypotension contrôlée (F. Pinet, Gravier) qui utilise la ponction de l'artère radiale droite pour visualiser l'aorte ascendante, de l'artère radiale gauche pour l'aorte descendante.

Tout dernièrement, G. Bonte et Coll proposent l'examen de l'aorte thoracique et du ventricule gauche par cathétérisme intra-ventriculaire gauche à partir de l'artère fémorale, déjà préconisé par Bjork et Coll, Prioton et Coll., Soulié et Coll.

LE PRODUIT DE CONTRASTE :

L'opacifiant qui a été le plus utilisé jusqu'à ces dernières années dans la plupart des pays est le sel de diéthanolamine du 3-5 diodo 4 pyridone - N acide acétique (1). Actuellement on utilise de préférence des produits triodés comme l'Acétylamino - 3 - triodo 2-4-6 benzoate de N - méthyl - glucamine (2).

Le volume utilisé varie suivant l'âge, le poids, l'état général du sujet et le but de l'examen : dans l'angiocardiographie globale, si l'on veut obtenir une opacification correcte de l'aorte, il convient d'injecter chez l'adulte 1 cc. par kg. de poids, soit environ 70 cc. Mais si l'examen ne porte que sur les cavités droites ou les vaisseaux pulmonaires (angiopneumographie), 40 cc. peuvent suffire.

La technique de prise radiographique peut nous intéresser dans cette étude dans la mesure où la dose de rayonnement reçue par le malade peut lui être nuisible. Actuellement on utilise essentiellement l'A.C.G. biplan à haute cadence (Wégélius et Lind, Robb et Steinberg, J. Papillon et F. Pinet), avec face et profil radiographiés simultanément grâce à l'utilisation de champs réduits par des localisateurs et à l'emploi de grilles très efficaces, limitant au maximum le rayonnement secondaire.

(1) Diodrast, Diodone, Ioduron.

(2) Vasurix.

Réalisation d'une A.C.G. dans le service du Professeur Santy et du Professeur Agrégé Michaud.

Après un bilan cardiaque et général précis et évaluation de la fonction rénale, un test iodé par voie I.V. est pratiqué. Des barbituriques dans certains cas, mais pas systématiquement sont administrés la veille de l'examen. Le plus souvent un cathétérisme cardiaque est effectué pour recueillir du sang à différents étages cardio-vasculaires afin d'en analyser la teneur en oxygène et gaz carbonique. Cet examen est réalisé sous anesthésie locale chez l'adulte et l'on tend à abandonner l'anesthésie générale souvent nécessaire chez le petit au profit d'une immobilisation efficace réalisée sur une planche (Gravier).

Pendant toute la durée du cathétérisme dont on suit depuis peu la progression sous scopie à l'aide d'un amplificateur de brillance pour rendre minime la dose d'irradiation, la tension artérielle et l'E.C.G. peuvent être contrôlés immédiatement.

Lorsque les prélèvements sont terminés, le sujet est placé sur la table radiographique. L'appareillage permet l'A.C.G. biplan à haute cadence. L'injection est effectuée par sonde chez la plupart des sujets; l'A.C.G. est rarement globale. Les voies d'injection sont les veines du pli du coude à gauche chez l'adulte, la veine saphène ou la jugulaire externe chez l'enfant.

Le produit injecté est actuellement du triiodo-2-4-6-acétylamino-3-benzoate de méthyl glucamine beaucoup mieux toléré que les produits antérieurement utilisés. La dose varie entre 1 et 2 cc. par kilo de poids.

L'injection est réalisée avec la pompe automatique de Gidlund, ou à la main, à l'aide de pompes spécialement conçues (pompes de Sournia, de Gravier). La pression d'injection est à la pompe de l'ordre de 4 à 7 kilos.

L'appareillage radiologique est mis en route 1 seconde après le début de l'injection; 25 à 40 films peuvent alors être pris (12 à 30 par incidence). Les constantes sont les suivantes :

Kilovoltage : 85 à 100.

Intensité : 200 mA pour les films de face, 300 pour les profils.

Temps de pose : 6 centièmes de seconde au maximum chez l'adulte, ce temps pouvant être abaissé à 2 centièmes chez l'enfant.

CHAPITRE III

ETUDE ANALYTIQUE DES STATISTIQUES ET RAPPORTS SUR LES COMPLICATIONS GRAVES ET EN PARTICULIER MORTELLES DES ANGIOCARDIOGRAPHIES

En 1955, Mac Afee publiait un article sur l'A.C.G. et l'Aortographie. Il le commençait par un rapport statistique totalisant les complications mortelles relevées par lui dans la littérature. Mais le détail y manque si l'on veut faire une étude pathogénique précise de ces accidents. Aussi nous reporterons-nous aux articles originaux de chaque auteur.

Nous y joindrons également les articles postérieurs à 1955 et l'étude que nous avons faite à Lyon, dans le service du Professeur Santy et du Professeur Agrégé Michaud.

C'est en 1950 que Dotter et Jackson publiaient la première statistique importante, qui reste d'ailleurs jusqu'ici, à notre connaissance, celle qui analyse en détail le plus grand nombre d'examens (Tableau n° 1).

Ces auteurs étudient les complications survenues après A.C.G. dans 159 hôpitaux de plus de 150 lits des Etats-Unis, du Canada, d'Angleterre, de Suède.

Leur questionnaire avait été envoyé à 1.378 hôpitaux; 159 avaient effectué des A.C.G. sur les 837 qui répondirent.

Globalement, les résultats de l'enquête sont les suivants :

- 5.961 examens aux U.S.A. et Canada : 18 décès;
- 413 en Grande-Bretagne : 7 décès;
- 450 en Suède avec 1 mort (statistique incomplète).

Soit au total 6.824 A.C.G. se compliquant par 26 décès, soit 0,38 %.

ANALYSE (cf. tableau n° 1) :

En Amérique du Nord, 1 mort pour 387 examens, en Grande-Bretagne, 1 sur 59, ceci parce que dans ce dernier pays les indications sont moins largement posées et s'adressent à des syndromes plus graves, ce qui favorise les complications.

1. — Les délais du décès.

— Dans 3 cas, mort immédiate :

2 fois par cathéter allant jusque dans l'oreillette droite avec injection de produit iodé à ce niveau (observ. n° 17-18).

1 fois injection dans la carotide prise pour la veine jugulaire (observation n° 16) (erreur technique).

— Dans 8 cas mort dans les 10 minutes suivant l'injection.

— Dans 9 cas mort survenant entre 15 minutes et 3 heures après l'examen.

— Dans 6 cas mort entre 6 heures et 3 jours.

2. — Modalité du décès.

On note dans près de la moitié des cas :

— *des signes pulmonaires* :

respiration difficile;
arrêt respiratoire;
ou œdème aigu du poumon.

Parfois augmentation de la cyanose et vomissements ayant pu entraîner un encombrement bronchique.

— *des signes nerveux* :

perte de conscience;
ou non réveil après A.G.;
ou convulsions.

— *des signes cardiaques* :

- le cœur s'est soudain arrêté pendant l'injection dans un cas (observation n° 5);
- dans un autre il continue à battre après arrêt respiratoire, puis s'arrête à son tour (observation n° 3);
- dans un troisième cas (observation n° 10), il continue à battre, mais en devenant arythmique après apnée;
- enfin, dans un dernier cas il recommence à battre, mais sans relèvement de la tension artérielle (observation n° 24), après injection intra-cardiaque d'épinéphrine. Le décès survient peu après.

Très souvent le comportement cardiaque n'a pas été rapporté.

3. — Les autopsies.

Elles ont été pratiquées le plus souvent (sauf observation n° 9), mais sans grands résultats.

Le plus souvent il a été noté : congestion pulmonaire,

26 COMPLICATIONS MORTELLES RAPPORTÉES PAR DOTTER ET JACKSON											Processus de la mort	Remarques
Sexe-âge noïde	Diagnostic (autopsie)	évanouissement vascul. pulm.	position	Test Volume lodé ml.	Délai du Prémédication	Anesth.						
Amér. du Nord :												
1/h 4ans 16,4 k	hypoplasie aortique avec gros ventricule gauche	mod.	d'effort norm.	diodrast 70 %	couché	nég. 30 cc	5 min.	morphine	N ₂ O et avertine	arrêt respiratoire soudain		
2/f 15 m. 10 k	C.I.A. et C.I.V., dextroposition aortique, atresie de la pulmonaire, dilat. artères br.	sév.	const.	dim.	diodrast 52,5 %	"	10 cc	20 min.	barbitur.	0	soudaine	mongol
3/f 3ans 10 k	transp. des gros vaisseaux, foramen oval persistant	sév.	d'effort	augm.	diodrast 70 %	"	18 cc x 3	5 min.	morph.+ scopol.	0	arrêt progressif de la respir., coma	
4/f 2ans 2 k	sténose pulmonaire, C.I.A., gros ventr. et oreil. drts.	mod.	d'effort	norm.	"	"	9 cc	5 min.	morph. + scopol.	0	arrêt respiratoire soudain	
5/h 8 m. 7,5 k	sténose sous-aortique	0	0	norm.	"	debout	15cc x 2 + 20 cc	imméd.	barbitur.	penthotal	arrêt respiratoire pdt la 3 ^{eme} inject.	mongol
6/f 3 ans 11 k	tétralogie de Fallot sténose pulm. serrée	sév.	d'effort	dim.	"	couché	15 cc	10 min.	scopol.	éther ouvert	arrêt respiratoire 7 minutes après inj.	
7/h 10 m. 6,3 k	C.I.V., transposition des gros vaisseaux, sténose pulm. avec valvule bicuspidé	sév.	const.	augm.	"	"	20 cc + 15cc x 2	1 heure	scopol.	éther ouvert	?	
8/f 13 m. 8,4 k	C.I.A. et C.I.V., transp. des gros vaisseaux, dextrocardie, artères pulmonaires petites	mod.	d'effort	dim.	"	"	30 cc	5 min.	scopol.	éther ouvert	arrêt respiratoire 3 minutes après inj.	
9/h 25 ans	C.I.A. (pas d'autopsie)	0	const.	augm.	"	debout	50 cc	1 h $\frac{1}{4}$	0	0	arrêt resp., collaps., puis inconsc. et mort pendt $\frac{1}{2}$ heure	respir. artif.
10/h 28 ans	coeur pulmonaire, hypertension pulmonaire thrombosante infarctus pulm. a répétition	mod.	d'effort	augm.	"	couché	50ccx2	10 min.	morph.+ scopol.	0	cyanose, arrêt respir. et arythmie, pneumonies	persistat. de l'ode as les vx pulmonaires
11/h 51 ans	thrombose fémorale bilatérale, artériosclérose rénale, congestion pulm. chronique	0	d'effort ?	"	"	"	25 cc	2 h.	0	0	?	urémie à 0,77
12/f 2,5a. 8,6 k	C.I.A. et C.I.V., thrombus mural de l'oreillette, gastroentérite sub-aigue	sév.	d'effort	norm.	"	"	25 cc	12 h.	0	avertine	toux hémorragie intestinale	mort sans doute non due au prod.
13/f 2ans 9,6 k	C.I.A. et C.I.V., sténose pulm situs inversus, aorte à cheval	mod.	d'effort	dim.	"	"	15 cc	40 h.	atropine	éther ouvert	convulsions et O.A. P. 2 h après inject.	
14/h 6m. 5,5 k	C.I.A. et C.I.V., sténose pulmonaire, atresie mitrale,	0	0	augm.	"	"	15 cc x2	3 jours	scopol.	éther ouvert	augmentation de la cyanose, resp. diffi-	

15/11 2ans	persistance du canal artér., gros cœur, hémorragie meringée	0	0	augm.	"	"	nég 35 cc x2	2 h.	scopol.	éther ouvert	trouvé mort 1/2 après l'examen	hémorragie meringée
16/11 1 m. 3,3 k	sténose tricuspидienne, petit ventricule droit, valvule mitrale tricuspидienne, congestion pulmonaire	sév.	const.	dim.	mélio-pax 75 %	"	7 cc	6 h.	0	0	défaillance cardiaque (pleurs incessants)	injection dans l'artère carot. cyanose, dyspnée puis mort.
17/1 f 45 ans	multiples anévrysmes pulm., oedème pulmonaire chronique	mod.	d'eff.	augm.	diodrast 70 %	"	35 cc	25 min.	morph. + barbitur.	0	cyanose sévère, O.A.P.	injection dans l'oreil. par cat
18/1 h 38 ans	C.I.V., gros ventric. droit, anévrysmes pulmonaire bilat., emphysème pulm., ramollissement cérébral bilatéral.	0	d'eff.	augm.	"	"	20 cc	18 j.	morph. + atropine	0	cyanose, dyspnée, 10 minutes après inject. paralysie du bras dt.	injection dans l'oreillette droite.
Angleterre:												
19/1 h 7 ans	atrésie pulmonaire	sév.	const.	dim.	?	"	10 cc x2	3 h.	barbitur.	?	devient noir puis meurt.	
20/1 f 4,5a. 16 k	tétralogie de Fallot	sév.	d'eff.	dim.	diodrast 70 %	"	25 cc x2	6 h.	atropine	cyclopropane	convulsions généralisées après la 2 ^{ème} inj.	
21/1 f 5,5a. 18 k	anévrysmes du sinus de Valsalva, atelectasie pulmonaire, présence d'un liquide brun ds les bronches.	0	0	augm.	"	"	40 cc x2	20 min.	chloral	cyclopropane	va bien puis meurt brutalement	ses vomissements ont-ils rempli sa trachée ?
22/1 h 5ans 13 k	tétralogie de Fallot, atelectasie des 2 lobes inf., hémorragie méningée.	d'eff.	d'eff.	dim.	pyélosil 70 %	"	30 cc x2	3 j.	atropine séconal	N2O + trileane	cyanose intense, vomissements répétés, inconscience.	hémorragie meringée par vomissements. ?
23/1 h 12 ans	tétralogie de Fallot (syndrome modéré)	mod.	?	?	"	"	40 cc x2	15 min.	menthal atropine	N2O	va bien puis la respiration diminue.	
24/1 h 14 ans	tétralogie de Fallot (syndrome sévère)	sév.	const.	?	?	"	40 cc	40 min.	barbitur.	0	perte de conscience mort malgré une inj. 1 cc d'adrénaline.	
Suède:												
25/11 7ans 16,2 k	sténose pulmonaire isolée	sév.	const.	dim.	diodrast 70 %	"	22 cc	2 h.	amytal + évipan	0	?	malade grave: Gros risques
Angleterre:												
26/1 f 23 ans	tétralogie de Fallot	sév.	d'eff.	dim.	pyélosil 70 %	"	20 cc	17 h.	séconal	brometh. pentoth.	cyanose sévère après injection, convulsions du bras droit, coma et mort.	mongol

TABLEAU I.

œdème aigu ou collapsus pulmonaire. Ne s'agit-il pas de phénomènes congestifs purs type O.A.P. ?

Il n'a pas été trouvé de signes en foyers type broncho-pneumonie.

Tout cela suggère que *c'est le système respiratoire qui a été lésé* et que la mort n'est pas due à un choc, chirurgicalement parlant. La diminution de la respiration pulmonaire affaiblit le pouls et abaisse la T.A. en réduisant le retour sanguin au cœur gauche.

Si cette notion se trouve confirmée, l'A.C.G. est dangereuse chez les malades présentant une lésion importante du système vasculaire pulmonaire et l'épinéphrine est donc contre indiquée puisqu'elle augmente la tension artérielle et cause l'œdème aigu du poumon.

— Action sur le cerveau : Dans quelques cas on voit apparaître des crises convulsives peu caractéristiques. Une fois (cas 15), une hémorragie méningée est notée.

Dotter et Jackson pensent que l'action du produit de contraste n'est valable sur le cerveau qu'en cas de shunt veino-artériel, ce qui existe dans 14 cas sur les 23 morts (en dehors des 3 morts par faute technique), mais les autopsies n'ont rien révélé dans ce sens.

L'embolie gazeuse n'a jamais été mentionnée, mais elle peut être la cause, en cas de shunt, de manifestations cérébrales non expliquées.

4. — Le produit de contraste.

Le produit le plus utilisé fut le diodrast (16 fois), le pyélosil (3 fois), ou le diodone (2 fois). Ce sont les mêmes produits, sous des noms commerciaux différents.

Le test à l'iode a toujours été négatif. Il ne semble pas avoir de valeur préventive, mais cela écarte l'hypothèse d'un mécanisme antigène-anticorps. Le décès s'est produit après injection unique dans 11 cas; dans 9 cas après 2 injections; dans 3 cas après 3 injections (voir tableau n° 2).

Petites doses (moins de 1 cc. par kg. de poids ou moins de 40 cc. chez l'adulte)		(plus de 1 cc. par kg. de poids plus de 40 cc. chez l'adulte)	
Injection unique (nombre de cas)	Plusieurs injections (nombre de cas)	Injection unique (nombre de cas)	Plusieurs injections (nombre de cas)
ENFANTS (0 à 8 ans) .. 2		6	7
ADULTES (12 à 51 ans) 1		2	3

Dans 3 cas ,dont 2 mongols, la dose ne fut pas complète.

TABEAU N° 2.

On remarque sur ce tableau que sur 10 des 23 cas mortels, la dose a excédé 2 cc. par kilo de poids, ce qui serait en faveur de l'action agressive des injections itératives.

D'autre part, dans 18 cas mortels sur 23, la dose dépassait 1 cc./kg., contre 5 cas mortels lorsque le volume injecté est inférieur à 1 cc./kg. Le rôle du produit de contraste dans le déclenchement des complications apparaît plus que probable, soit au niveau des poumons, soit par atteinte cérébrale lorsque le produit passe en grande partie directement dans la grande circulation en cas de shunt droit-gauche.

5. — Prémédication et anesthésie générale.

La prémédication paraît n'avoir eu aucun rôle.

L'anesthésie générale a été faite dans 16 cas :

- éther ouvert dans 6 cas;
- protoxyde d'azote dans 4 cas;
- cyclopropane ou trilène dans 3 cas;
- avertine rectale ou brométhol, 3 cas.

On peut simplement conclure que dans 3 cas avec A. G. à l'éther un O.A.P. est survenu ce qui laisserait supposer le danger de ce mode d'anesthésie.

Sur les 23 malades décédés, 20 fois l'examen eut lieu couché, 3 fois debout. La station debout ne paraît pas augmenter les complications.

La vascularisation pulmonaire n'a pas de rapport avec les accidents.

La dyspnée est notée dans 19 cas (dont 7 au repos) et constitue vraisemblablement un facteur prédisposant.

La remarque la plus importante de cette statistique est certainement la suivante :

Sur les 23 décès, 17 sont des enfants de moins de 8 ans qui présentaient des cardiopathies congénitales dont 14 (10 filles, 4 garçons) de type cyanogène ;

Sur les 23 décès il y a 21 cardiopathies congénitales, dont 17 cyanogènes.

5 malades étaient à leur dernière extrémité (observations N° 2, 8, 19, 24, 25).

Donc en principe, pas de mortalité chez des malades ayant un cœur sain, en l'absence de néphropathie.

A noter que 3 des cardiopathies congénitales étaient en plus des mongols, ce qui ajouterait à la fragilité du terrain.

D'après cette statistique il semble, parmi les 26 cas mortels rapportés, que 2 fois seulement une injection par cathétérisme ait été réalisée; mais on ignore combien de fois sur les 6.824 examens l'A.C.G. sélective a été utilisée. Il est donc impossible

de dire si l'A.C.G. sélective est plus ou moins dangereuse que l'A.C.G. globale.

En conclusion, un seul fait peut vraiment être affirmé, c'est la fréquente mortalité chez les jeunes enfants porteurs de cardiopathies cyanogènes ou d'une hypertrophie ventriculaire droite, qui représente 80 % des décès.

Il faut enfin remarquer l'importance des doses injectées puisque dans 11 cas elles dépassent 2 cc. par kilo de poids et parmi ces onze cas, 3 fois le volume de l'injection a atteint ou dépassé 6 cc./kg et 4 fois a été égal ou supérieur à 4,2 cc/kg. Chez tous ces petits malades le décès se caractérise par une manifestation pulmonaire : le plus souvent, arrêt respiratoire primitif.

— Une autre statistique également importante, beaucoup plus récente puisque faite par une équipe de Stockholm en 1957, va être étudiée.

Elle analyse d'une part les complications du cathétérisme seul, d'autre part des angiocardigraphies sélectives, donc réalisées après cathétérisme, et des angiocardigraphies globales sans cathétérisme où ne peuvent donc intervenir les risques dus à l'introduction de la sonde.

Il s'agit du bilan d'examens réalisés dans 12 hôpitaux suédois de Stockholm, Göteborg, Malmo, Uppsala et Lund.

La période d'observation va de 1948 à 1956, avec 5.859 cathétérismes du cœur droit avec ou sans angiocardigraphie; 2.451 angiocardigraphies avec ou sans cathétérisme; 167 angiopneumographies et 340 aortographies après cathétérisme artériel.

— La cathétérisation cardiaque seule donne 5 décès sur 5.859 examens (0,11 %).

— La cathétérisation de l'aorte donne 2 décès sur 340 examens (0,58 %).

— L'injection du produit de contraste donne :

9 décès après injection auxquels il faut rattacher :

3 décès avant injection, par l'anesthésie faite en vue d'une injection;

2 décès de cathétérisation aortique faite en vue d'une injection.

Au total, un pourcentage de décès de 0,57 %.

— Enfin, ajoutons 4 décès dont la cause incertaine peut être rattachée à la lésion elle-même.

ANALYSE (Tableau N° 3) :

Cas 1, 2 et 17 (cathétérisme seul) : Le décès est une complication du cathétérisme.

Cas 11 et 14 : l'anesthésie faite pour l'injection du produit de contraste a provoqué la mort avant l'injection. La cathétérisation du cœur dans un cas, de l'aorte dans l'autre ne paraît pas pouvoir être considérée comme la cause de la complication.

Cas 12 : Le décès est causé par l'introduction du catheter dans le cœur, mais il a été pratiqué une anesthésie qui peut avoir joué un rôle.

Cas 20 : La sérotonine de ce malade atteint de carcinoïde du grêle a pu potentialiser le barbiturique utilisé : on peut donc considérer qu'il s'agit ici d'une complication de l'anesthésie.

Cas 18 : Le décès apparaît ici comme une complication de la cathétérisation involontaire de l'artère vertébrale ayant provoqué une thrombose.

Cas 16 : L'aortographie répétée se solde par un décès pour lequel la lésion rénale qui provoque une anurie apparaît comme la cause de la complication.

Cas 19 : Ici encore, lésion vasculaire par injection répétée au cours d'une cathétérisation aortique, qui provoque une embolie cérébrale et rénale.

Cas 5 et 20 : Angiocardiographie sélective réalisée, mais le décès apparaît comme dû à l'anesthésie.

Cas 9 : A.C.G. sélective également réalisée, mais mort par embolie gazeuse probable.

Cas 4, 8, 10, 15 : Complication mortelle due à l'injection du produit de contraste. Dans le cas 8, injection répétée 1 fois.

Bagger, Björk et Malmström qui pratiquent la ponction de l'oreillette gauche par voie paravertébrale indiquent sur 167 ponctions, dont 39 avec injection de produit de contraste, 1 cas mortel par fibrillation ventriculaire et 13 accidents de type cardiaque (fibrillation, arrêt transitoire), qui apparaissent après l'injection du produit iodé.

COMPLICATIONS MORTELLES DE CATHETERISME et d'A.C.G. (Hôpitaux Suédois)						
Cas	Age	Sexe	Diagnostic	Examens pratiqués	Moment de l'exitus	Causes de l'exitus
1	60	h	H.T.A. et bloc de branche gauche	cathétérisme veineux	arrivée du cath. dans l'oreillette droite	arrêt cardiaque
2	52	h	sténose aortique	cathétérisme du coeur droit	arrivée du cathéter dans le ventricule drt.	arrêt cardiaque
3	?	?	tuberculose pulmonaire	cathétérisme du coeur droit	la nuit suivant l'exa- men	mauvais état général
4	7	h	morbus coeruleus	<u>cath. du coeur droit,</u> <u>anesth. et A.C.G.</u>	3 heures après A.C.G.	inconscience après anesth et défaillance card. drte.
5	5	f	morbus coeruleus	<u>cath. du coeur droit,</u> <u>anesth. et A.C.G.</u>	3 minutes après A.C.G.	arrêt cardiaque sans doute du à l'anesthésie
6	?	?	malformation rénale	<u>cath. aortique, anesth.</u> <u>et aortographie</u>	plusieurs jours après l'aortographie	mauvais état général
7	8	f	tétralogie de Fallot	cath. du coeur droit	24 heures après cath.	cathétérisme et état général médiocre
8	-d'l an	?	R.M.	<u>cath. du coeur droit</u> <u>anesth. et A.C.G. répét.</u>	immédiatement après deuxième A.C.G.	arrêt cardiaque
9	7	f	C.I.V.	<u>cath. du coeur droit</u> <u>anesth. et A.C.G.</u>	dix minutes après A.C.G.	embolie gazeuse ?
10	3	f	C.I.V.	<u>cath. du coeur droit</u> <u>anesth. et A.C.G.</u>	dix minutes après A.C.G.	défaillance cardiaque
11	-d'l an	?	tétralogie de Fallot	<u>cath. du coeur droit</u> <u>anesth. pour A.C.G. qui</u> <u>n'est pas réalisée</u>	pendant l'anesthésie et avant l'A.C.G.	complication de l'anesth- sie
12	8	f	tétralogie de Fallot	cathét. cardiaque sous anesthésie	arrivée du cathéter dans le coeur droit	arrêt cardiaque
13	19	h	sténose de l'aorte	cathétérisme de l'aor- te pour aortographie	pendant le cathét. avant l'aortographie	arrêt cardiaque
14	17	h	C.I.A. et C.I.V.	<u>cath. aortique pour</u> <u>aortogr. et anesth.</u>	avant l'aortographie	complication de l'anesthé- sie
15	20	f	sténose pulmon.	<u>cath. veineux, anesth.</u> <u>et A.C.G.</u>	immédiatement après anesthésie	fibrillation ventriculaire
16	20	h	sténose de l'aor- te	<u>cath. et aortographie</u> <u>répétées deux fois</u>	plusieurs jours après	anurie et thrombo-embolie septique
17	10	f	V.C.S. double et complexe d'Ei- senmenger	cathét. veineux	arrivée du cath. dans la V.C.S.	arrêt cardiaque
18	15	f	sténose aortique	<u>cath. aortique, aortogr.</u> <u>non faite</u>	plusieurs jours après cathétérisme	thrombose de l'artère vertébrale
19	7	h	ductus arterios- us apertus	<u>cath. aort. anesth. et</u> <u>aortographie répétée</u>	quelques heures après	embolie cérébrale et rénale par produit de contraste
20	18	h	carcinome intes- tinal	<u>cath. droit, anesth.</u> <u>et A.C.G.</u>	pas de reprise de con- science	complication de l'anesthé- sie
21	27	?	coeur pulmonaire	cath. du coeur droit	6 jours après cath.	très mauvais état général
22	-d'l an	?	C.I.A.	cath. du coeur droit	pendant le cathéter.	défaillance cardiaque
23	-d'l an	?	sténose aortique	cath. du coeur droit	5 heures après le cath	défaillance cardiaque avec fibrillation transi- toire pendant le cathéter

TABEAU III.

A cette statistique de complications mortelles a été jointe une étude de complications non mortelles.

— Chez deux malades, fibrillation ventriculaire transitoire.

— On note également : tachycardie ventriculaire fréquente, flutter, fibrillation auriculaire, syncope, block de branche droit, et block auriculo-ventriculaire total.

Dans 6 cas le bout du catheter s'est noué. Le nœud ne put être défait. Le catheter fut extrait sous anesthésie générale ou abaissé jusqu'à la veine principale du bras ou de la jambe et enlevé par phlébotomie.

— Quelques cas de légère lésion myocardique par catheter et un cas de spasme artériel sévère au cours d'une aortographie sont rapportés.

— Dans 4 cas, au cours de l'angiocardiographie, le bout du catheter étant placé dans le ventricule droit, un peu de produit de contraste fut déposé dans la paroi cardiaque et une fois dans une zone pulmonaire juxta cardiaque. Pas de séquelles.

— Si la cardiopathie était sévère, on a pu assister à une défaillance cardiaque aiguë pendant le cathétérisme, mais réversible.

— Un cas d'embolie artérielle pendant la cathétérisation de l'aorte est signalé.

— Trois cas de thrombo-phlébite sévère avec ou sans hématome et deux cas de réaction fébrile marquée sont également notés.

Enfin citons 4 cas où l'on constata des signes radiologiques : petits infarctus pulmonaires asymptomatiques chez des sujets ayant eu des A.C.G. répétées après cathétérisme.

Les auteurs ne considèrent pas comme une complication les extrasystoles apparaissant lors du cathétérisme de l'artère pulmonaire, au moment où le catheter sort du ventricule droit; ils ne tiennent pas compte non plus d'une thrombo-phlébite légère ou d'une fièvre minime.

Des techniques spéciales comme : l'usage d'un ballonnet à côté du catheter, placé vers son extrémité, pour oblitérer temporairement une branche de l'artère pulmonaire ou une communication inter-auriculaire n'ont pas donné de complications (voir aussi Tori et coll.).

Cette statistique suédoise nous montre beaucoup moins de mortalité infantile que celle de Dotter et Jackson. Cela peut tenir au fait que les indications sont plus ou moins largement posées.

Les idées à retenir sont que :

— Le cathétérisme donne rarement des complications mortelles. Elles se présentent comme des phénomènes d'irritation locale intense et irréversible, se manifestant le plus souvent par un exitus immédiat dès que la sonde parvient dans les cavités cardiaques, les gros troncs veineux et surtout l'infundibulum pulmonaire.

— L'injection de produit de contraste ne donne aucun accident dans les A.C.G. globales;

Dans les A.C.G. sélectives, le décès paraît dû :

- à l'anesthésie (2 fois le produit n'a pas été injecté à cause de la rapidité d'évolution de la complication);
- à une lésion rénale ou cérébrale se manifestant parfois tardivement (quelques jours après l'examen);
- à un mauvais état général.

Il est difficile d'établir une relation entre la lésion cardiaque pulmonaire ou vasculaire et la cause du décès, car les syndromes ayant fait poser l'indication d'A.C.G. sont très variés et présentent peu de points communs, et l'on remarque aussi bien des lésions mineures que des cardiopathies cyanogènes graves.

Mac Afee rapporte 5 décès survenus après 537 A.C.G. réalisées avec du Diodrast et 3 après 245 3.C.G. utilisant l'Urokon.

Il remarque dans ces séries que l'hypertension pulmonaire primitive et la sténose pulmonaire amènent plus de risques que les autres lésions. Aucun accident n'est signalé parmi 100 examens réalisés chez l'adulte pour des lésions cardiaques acquises, les 8 décès étant survenus chez des malades, le plus souvent des enfants, qui présentaient des angiocardioopathies congénitales ou un syndrome d'hypertension pulmonaire primitive.

Deux cas avaient une hypertension pulmonaire primitive par artériosclérose pulmonaire, deux une sténose pulmonaire isolée et trois une transposition des gros vaisseaux.

Trois des huit décès se sont produits dans l'heure suivant l'A.C.G., les autres de quatre à vingt-quatre heures après.

Comme le premier accident mortel fut consécutif à une triple répétition de l'injection, jamais par la suite plus de deux injections ne furent pratiquées, tout au moins le même jour. Deux morts furent précédées de deux injections et trois n'eurent qu'une injection. Mais il faut noter que deux fois le décès survint après l'injection test de 1 cc. de Diodrast à 70 %. Les autres avaient eu un test I.V. négatif. Combes et Roche rapportent également un cas mortel de complication du test I.V. par 1 cc. de produit à 70 % (avant U.I.V.). Deux fois une A.C.G. sélective a causé la mort :

— Dans un cas (Sisson, Murphy et Nexman), 35 cc. de produit de contraste à 70 % avaient été injectés par une sonde atteignant l'oreillette droite, le décès survint 25 minutes après par O.A.P. (Le malade présentait des anévrysmes artério-veineux pulmonaires multiples).

— Le second cas concerne un malade atteint de R.M. rhumatismal avec I.M. légère. Une A.C.G. globale n'ayant pas été concluante en raison de l'allongement du temps de circulation empêchant une bonne visualisation du cœur gauche, une A.C.G. sélective est effectuée avec 40 cc. d'Urokon à 70 % injectés au niveau de l'artère pulmonaire gauche. Immédiatement après l'injection apparaît une réaction intense et prolongée avec pouls rapide, pâleur et prostration. En dépit des efforts de réanimation, le décès se produit 40 heures après. L'autopsie montre un infarctus massif du poumon gauche avec thrombose de l'artère pulmonaire gauche.

Ignorant la fréquence des A.C.G. sélectives réalisées au J. Hopkins Hospital par rapport aux A.C.G. globales, il est impossible d'apprécier laquelle est la plus génératrice d'accidents; disons toutefois que Mac Afée pense que le cathétérisme ne peut qu'ajouter des causes de complications possibles, l'avantage d'un diagnostic peut-être plus aisé n'étant pas envisagé.

De cette statistique nous pouvons garder deux idées principales :

— la fréquence des complications mortelles chez les malades présentant une lésion faisant obstacle à la circulation pulmonaire;

— la gravité de l'A.C.G. dans les transpositions des gros vaisseaux sans doute par le fait que le produit de contraste atteint, fortement concentré et en grande quantité les vaisseaux cérébraux.

Enfin l'auteur examine les risques de l'aortographie thoracique.

Sur 90 examens, dont 70 furent réalisés pour des lésions congénitales contre 20 pour des lésions acquises, il relève 2 décès.

— Dans un cas (pseudotruncus-arteriosus), la sonde cathétérise par inadvertance la carotide primitive gauche. Immédiatement après l'injection, des convulsions apparaissent et le malade meurt 4 heures après dans un état de cyanose marquée. L'autopsie montre de multiples foyers d'hémorragie cérébrale.

— Dans l'autre cas, il s'agit d'un enfant de 4 mois chez lequel un cathétérisme de l'aorte par voie carotidienne provoqua une hémorragie carotidienne avec choc irréversible.

Quelques aortographies ont causé des accidents graves non mortels tels que des convulsions avec cyanose sévère ou un syndrome passager d'anurie.

En somme, les accidents de l'aortographie sont d'ordre cérébral ou rénal.

En 1959, Eldridge et collaborateurs publient un rapport sur les réactions cliniques survenant au cours d'Angiocardiographie veineuse. Ils utilisent le Diodrast à 70 %, Néo Iopax à 75 %, ou l'Urokon (1) à 70 %. Nous laissons de côté les réactions cliniques observées, banales, pour ne tenir compte que des complications graves.

Ils analysent 120 cas choisis au hasard parmi 300 examens réalisés, toutefois le quart des cas rapportés a été spécialement étudié du fait que les malades, la plupart des enfants, avaient été anesthésiés.

(1) L'équivalent de l'Urokon est en France l'« Acétiodone Guerbet ».

La statistique comprend 62 hommes et 58 femmes. Anesthésie générale pour la plupart des enfants de moins de 12 ans avec éther ou divinyl-éther au masque, Avertine rectale, Pentothal intra-veineux ou Surital rectal. L'Avertine fut donnée à raison de 88 mg. par kg. de poids, le pentothal 37 mg. et le Surital 40 mg. Scopolamine et morphine en prémédication. Lorsque l'anesthésie locale est seule utilisée, un phénobarbital est administré. Il est à noter que 24 malades reçurent de 2 à 3,6 cc. de produit iodé par kg. de poids.

Hyperpnée, respiration irrégulière, toux, tachycardie, bradycardie et vomissements, urticaire et assoupissements ne sont pas retenus comme des complications graves. Par contre, apnée, spasme laryngé, respiration de Cheynes-Stokes, arythmie cardiaque, œdème pulmonaire, convulsion, syncope, confusion mentale, prolongée et évidemment mort, sont par définition les complications sévères.

Les auteurs notent 4 % de réactions sévères avec l'Urokon (25 examens réalisés : soit 1 mort), 32 % avec le Néo-Iopax et 46 % avec le Diodrast (dont 1 mort).

Les 2 décès survinrent après des doses de produit atteignant 3,6 cc. par kg. de poids. Les grosses doses semblent nocives chez l'enfant et 72 % des malades présentant des réactions sévères étaient atteints d'un syndrome cyanogène. Les injections répétées sont également génératrices de complications de plus en plus sévères avec le nombre d'injections; cela paraît moins sensible avec l'Urokon.

Parmi les 300 examens réalisés par les auteurs, six décès sont à déplorer : en voici les observations :

CAS N° 1.

Fille de 29 mois. Cardiopathie congénitale avec accès cyanotiques fréquents. Baisse de l'état général peu avant l'A.C.G. Anesthésie générale par Avertine. Injection de 12 cc. de Diodrast (1,5 par kilog. de poids) sans cathétérisme; pas de reprise de conscience totale. 6 heures après l'examen : méléna, et 12 heures après, troubles respiratoires, apnée puis arrêt cardiaque et mort.

L'autopsie montre : communication inter-auriculaire et inter-ventriculaire avec un gros thrombus s'étendant à travers l'orifice septal. Rien ne pouvant être dû à l'angiocardographie, d'après les auteurs.

CAS N° 2.

Garçonnet de 4 ans ayant eu un épisode cyanogène transitoire à la naissance. Mongol. Anesthésie générale à l'Avertine rectale (90 mg. par kg. de poids), après prémédication avec morphine-scopolamine (3 mg. et 0,2 mg.).

Injection de 30 cc. (1,8 par kg. de poids) de diodrast.

5 minutes après, arrêt cardiaque, puis arrêt respiratoire presque immédiat.

Autopsie : Hypertrophie du ventricule gauche.

CAS N° 3.

Homme de 61 ans, cachectique, présentant une masse médiastinale avec syndrome de la V.C.S. et infarctus pulmonaires multiples.

Préparation : petites doses de Demerol et barbiturique.

Injection de 0,6 par kg. de poids de Neo-Iopax à 75 %. Assoupissement brutal. 3 heures et demi après, cyanose et râle, et la tension artérielle s'effondre. Décès 10 heures après l'examen.

Autopsie : cancer de la bronche souche droite; adénopathies médiastinales et surrénaliennes. Infarctus pulmonaires.

CAS N° 4.

Garçon de 6 ans et demi avec cardiopathie congénitale cyanogène. Broncho-pneumonie trois semaines avant l'examen. Scopolamine, anesthésie à l'éther. Deux injections successives de 1,8 cc. par kg. de poids sont effectuées.

Cinq heures après l'angiocardographie on le découvre cyanotique et moribond. Il meurt peu après.

L'autopsie montre une transposition complète des gros vaisseaux, un ventricule gauche rudimentaire non fonctionnel.

CAS N° 5.

Fillette de treize semaines qui présente depuis 5 semaines une toux persistante.

On diagnostique une lésion cardiaque et de la digitaline lui est donnée.

Prémédication (atropine), puis anesthésie générale à l'éther et au protoxyde d'azote. Une première injection de 2,3 cc. par kg. de poids, puis une deuxième de 1,6 cc/kg. (6 cc.), sont effectuées. Une heure après cyanose, haves mousseuses et nystagmus bilatéral. Trois heures après, ralentissement respiratoire et mort.

Autopsie : Cardiopathie congénitale avec hypertrophie marquée du ventricule gauche, persistance du canal artériel, foyer de fibrose endocardique, pétéchies et congestion pulmonaires.

CAS N° 6.

Garçon de 10 jours présentant une cardiopathie congénitale cyanogène. Cyanose extrême depuis la naissance.

Prémédication au Seconal (32 mg.). Pas d'anesthésie. Injection de 7 cc. (2,3 par kg. de poids) d'Urokon. Deux heures après, râles respiratoires et mort 3 heures après par arrêt respiratoire.

Autopsie : V.C.S. aberrante pénétrant l'oreillette gauche, un seul ventricule fonctionnel, dextroposition de l'aorte, atrésie pulmonaire et persistance du canal artériel.

Les auteurs discutant ces décès constatent qu'un seul a eu lieu immédiatement après l'injection. Les 5 autres semblent donc ne pas être dûs à une sensibilité au produit.

Défaillance respiratoire dans 4 cas, choc dans un cas et arrêt dans la mort après l'administration du produit iodé.

Ils en déduisent que le décès est donc le plus souvent dû au mauvais état général avec un cœur et un système circulatoire défaillants incapables de réagir aux variations dépressives dues à l'injection.

Ils concluent sur la bonne tolérance par l'organisme de l'Urokon (bien supporté par le chien à la dose de 4 cc. par kg. de poids, alors que 2 cc. de Diodrast ou de Néo-Iopax sont souvent fatals).

On remarque ici encore la fréquence des complications des examens effectués chez des cardiopathies congénitales cyanogènes; mais de plus, les doses utilisées paraissent exagérées (jusqu'à 3,9 cc. par kg. de poids) et s'il est exact qu'il ne s'est pas produit de réaction allergique immédiate, on ne peut exclure un processus toxique surajoutant ses effets à une défaillance cardio-pulmonaire.

Kreutzer et Coll. ont réalisé 400 A. C. G. N'utilisant pas d'anesthésie générale, ils injectent chez le nouveau-né 10 cc. de Diodrast à 70 %, 12 cc. à 3 mois, 15 cc. à 1 an et 1,5 cc. par kg. de poids au-dessus de 1 an. Ils n'ont à déplorer qu'un accident mortel survenu chez un jeune enfant qui présentait une transposition complète des gros vaisseaux. Le petit malade mourut 12 heures après l'injection dans un syndrome d'hyperthermie et de convulsion. Il s'agit probablement d'une lésion cérébrale, le produit passant en grande partie directement dans l'aorte.

Chavez et Coll. rapportent également 1 cas mortel compliquant 400 A.C.G. sélectives réalisées par cathétérisation de la veine jugulaire externe par une sonde de gros calibre permettant l'injection rapide de 50 cc. en moyenne de Diodrast à 70 %.

Il s'agit d'un homme atteint de cardiopathie rhumatismale : maladie mitrale et fibrillation auriculaire. Une embolie pulmonaire emmène le sujet 6 heures après l'investigation angio-cardiographique. L'autopsie n'a pas été réalisée, mais le rôle de l'A.C.G. leur paraît certain.

Carnegie déplore 4 accidents mortels compliquant 172 A.C.G. globales. La plupart des malades, dont 3 des 4 décédés, des enfants, ont reçu une anesthésie générale (protoxyde d'azote + trilène + oxygène ou plus récemment, cyclopropane + oxygène). La dose injectée est calculée sur la base de 1,2 cc. de produit de contraste à 70 % par kilo de poids.

Trois des quatre décès furent immédiats dans les secondes ou minutes suivant l'injection. Pour le quatrième, un E.C.G. put être enregistré, il montrait un infarctus cardiaque postérieur qui était visible sur le tracé une minute avant toute manifestation clinique (Intérêt de suivre l'E.C.G.).

L'auteur insiste sur le fait que ces 4 enfants avaient présenté, depuis longtemps des crises de cyanose importante ou des phénomènes nerveux (périodes d'inconscience).

Le bronchospasme secondaire à l'injection aurait un rôle important dans le déclenchement de ces troubles d'ordre anoxémique.

Récemment, H. Abrams rapporte les complications survenues au cours de 1.710 *aortographies* réalisées dans divers pays.

29 morts (1,7 %) et 25 accidents graves sont à déplorer.

Les techniques employées sont : l'injection rétrograde dans la carotide, l'injection dans l'artère humérale à contre-courant, ou la cathétérisation de l'artère humérale suivie d'injection. La voie fémorale n'est pas mentionnée.

— Neuf décès ont été précédés de *manifestations nerveuses* : convulsions, hémiplégie, aphasie, coma..., l'autopsie révèle des lésions cérébrales hémorragiques. 13 hémiplegies et un syndrome de Brown-Séquard ont été également signalés.

— Les *accidents cardio-respiratoires* comprennent 2 syncopes respiratoires, 2 syncopes cardiaques, 4 syncopes mixtes, toutes mortelles. Les accidents graves se manifestent par des extra-systoles, des modifications de l'onde T, l'apparition d'un rythme nodal ou une respiration de Cheyne-Stokes.

— 2 *anuries* mortelles sont mentionnées, de même que six épisodes anuriques réversibles.

— 2 morts par *choc* ou *hémorragie*.

— Enfin quelques cas d'ischémie des mains avec parfois gangrène faisant suite à un cathétérisme de l'artère radiale, un cas de blessure de l'aorte ascendante par le cathéter, une thrombose mésentérique, un cas de paralysie de plexus brachial sont également rapportés comme complications graves.

L'âge, l'anesthésie ou la prémédication ne semblent pas jouer d'influence. Par contre, la concentration et la répétition des injections du produit de contraste, l'état du malade se révèlent être en rapport étroit avec ces complications : *Les solutions à 70 % donnent 8 fois plus d'accidents que les solutions à 35 %.*

Statistiques lyonnaises

De 1948 à mars 1959, 1.300 angiocardioraphies et 50 aortographies thoraciques rétrogrades ont été pratiquées dans le service du Professeur Santy et du Docteur Michaud.

8 décès survenus dans un délai variable après l'examen sont à déplorer, dont 2 après aortographie.

Les angiocardioraphies.

CAS N° 1.

Garçon de 18 mois, 8 kilos. Très cyanotique depuis la naissance.

Injection de 18 cc. de Diodone à 70 % sous anesthésie locale (test oculaire iodé négatif). Après l'injection l'enfant présente des convulsions, de la bradycardie. Hyper-oxygénation, coramine et atropine I.V. sont administrées. La température monte à 40°, un habinski bilatéral apparaît et l'enfant décède le lendemain.

L'autopsie révèle une Trilogie de Fallot.

Le décès avait été précédé d'un syndrome de thrombose cérébrale.

CAS N° 2.

Fillette de 19 jours.

Forte cyanose depuis la naissance. Trilogie de Fallot probable.

Pendant l'A.G. précédant l'examen, le bébé présente une syncope. Le lendemain, mort brutale avec syndrome de thrombose cérébrale.

CAS N° 3.

Garçon de 2 mois. Cyanose importante depuis la naissance. L'A.C.G. montre une opacification précoce de l'aorte.

De multiples syncopes se produisent après l'A.C.G. et le lendemain le décès survient par syncope cardiaque.

Il s'agissait d'un faux troncus artériosus, d'une C.I.V. haute et d'une atrésie pulmonaire.

CAS N° 4.

Fillette de 5 ans et 3 mois pesant 15 kilos.

Elle présente un retard mental. L'E.C.G. montre une hypertrophie du ventricule droit. Le diagnostic probable de C.I.A. est posé. Un cathétérisme est pratiqué, suivi d'une A.C.G. au cours de laquelle 35 cc. de produit opaque à 44 % (mélange) sont injectés (2,3 cc. par kg. de poids). L'enfant reste après l'examen dans un demi-coma et décède 3 jours après. L'examen avait été très prolongé et peut avoir choqué l'enfant.

CAS N° 5.

Nourrisson de 2 mois, pesant 4,280 kg.

Cyanose importante dès la naissance. Actuellement, crises dyspnéiques paroxystiques : transposition des gros vaisseaux probables.

15 cc. de produit à 44 % sont injectés au cours de l'A.C.G. Le petit malade présente après l'examen un syndrome de choc et il meurt le lendemain dans un syndrome hypothermique et en état d'anurie.

CAS N° 6.

Homme de 50 ans, obèse, emphysémateux qui présentait une suppuration rebelle après deux pneumotomies pratiquées autrefois. Le décès suivit de quelques minutes l'injection I.V. de l'A.C.G., probablement par œdème aigu du poumon (Sournia).

Les aortographies.

CAS N° 7.

Homme de 22 ans présentant une sténose de l'isthme de l'aorte.

Après cathétérisme de l'aorte, 50 cc. de Diodrast sont injectés sous anesthésie générale. Au réveil, il présente une hémiplégie gauche avec un signe de Babinski du même côté. Peu après, il sombre dans le coma. Malgré un traitement à base d'héparine, le décès survient dans les heures suivantes.

CAS N° 8.

Homme de 18 ans présentant une sténose de l'aorte et un rétrécissement aortique. Un cathétérisme carotidien (carotide externe) est entrepris pour injecter le produit dans l'aorte thoracique, à l'aide d'un trocart métallique spécial. Il se produit une lésion de l'endartère qui provoque un anévrysme disséquant rapidement mortel. Vérification nécropsique.

Discussion.

Un accident technique (cas n° 8), des complications cérébrales (cas n° 1, 2 et 7), un choc non réversible avec anurie (cas n° 5), des phénomènes de défaillance cardiaque (cas n° 3 et 6) et un état général trop médiocre (cas n° 4) peuvent être rendus responsables de cette mortalité.

Il faut noter la fréquence et l'importance des phénomènes cyanotiques préexistant chez ces malades.

L'anurie du cas n° 5 peut être rapportée à l'excès de volume du produit de contraste injecté (3,5 cc. par kilo de poids).

Le cas n° 7 illustre parfaitement les complications cérébrales de l'aortographie dont la pathogénie est la même que dans l'artériographie cérébrale. Dans les cas 1 et 2, les lésions cérébrales s'expliquent par la nature de la lésion cardiaque — une trilogie — qui, en faisant directement communiquer les cavités droites et gauches, permet au produit de contraste de parvenir dans l'aorte et les vaisseaux cérébraux à forte concentration et de pouvoir de la sorte provoquer des lésions comme dans l'aortographie.

Nous avons relevé également quelques accidents graves non mortels :

— Chez un enfant de 13 kilos, une injection par cathéter intra-cardiaque de 22 cc. de Diodone à 70 % a occasionné une hémiplegie qui a progressivement régressé. Ce petit malade qui présentait une Tétralogie de Fallot a été opéré avec succès un mois après.

— Chez un enfant de 13 mois, une A.C.G. globale a provoqué une amaurose et une hémiplegie gauches réversibles par un traitement à l'héparine.

— Chez un homme de 26 ans, une hémiplegie définitive est apparue après une aortographie succédant à une A.C.G. pratiquée sans succès la veille pour une sténose de l'isthme.

Enfin l'observation qui suit permet d'attirer l'attention sur l'intérêt de pratiquer les A.C.G. en présence chirurgicale lorsque certaines circonstances peuvent faire prévoir un incident possible :

Il s'agissait d'un nourrisson présentant une sténose de l'isthme et une insuffisance ventriculaire gauche, dont l'état général était médiocre. Il est soumis à une A.C.G. après cure digitalique, en milieu chirurgical étant donné son mauvais état général. Après une première injection, les résultats étant insuffisants on décide une deuxième angiocardioraphie. Le petit malade fait alors une syncope anesthésique. Le Professeur Ag. Michaud intervient immédiatement par une thoracotomie, réanime le sujet par un massage cardiaque et, après déchocage, poursuit par une intervention immédiate curatrice. Le succès fut complet et les suites simples (Gyllensward A. et Holmdahl M.H. signalent également un cas de réanimation par massage cardiaque).

En conclusion, les accidents cardio-pulmonaires immédiats, ou plus tardifs, après troubles thermiques le plus souvent à type d'hyperthermie, les accidents cérébraux en cas de shunt cardio-vasculaire droit-gauche ou pendant des aortographies ont été les causes de ces 8 complications mortelles ou les manifestations des accidents graves, dans la plupart des cas.

Le pourcentage des cas mortels pour l'A.C.G. se situe autour de 0,46 % et l'on note 2 accidents mortels pour 50 aortographies.

A côté de ces statistiques portant sur de nombreux cas, nous avons recueilli dans la littérature quelques rapports isolés de complications au cours d'angiocardigraphie ou d'aortographie.

— Alwall, Johnsson, Tornberg, Werkö (1955) rapportent 8 cas de lésions rénales au cours d'angiocardigraphies, dont 2 complications graves et précisément l'une au cours d'une aortographie rétrograde (Werkö), l'autre après angiocardigraphie.

Cas N° 1.

Un garçonnnet de 7 ans présente une sténose aortique avec persistance du canal artériel. Il avait été opéré une semaine avant des végétations adénoïdes. Des difficultés techniques nécessitent des *A.C.G. répétées le même jour* de 30 à 40 cc. d'Umbradil à 70 % sous anesthésie générale à l'éther. Le jour suivant : abattement, vomissement, anurie. Un blocage du sympathique reste sans effet. Après 6 jours d'anurie, des radiographies simples montrent encore du produit de contraste au niveau de l'abdomen. L'N.P.N. maximum est de 157 mg.% le 10^e jour. Retour rapide à la normale le 17^e jour. A part les vomissements, aucun autre trouble dû à l'anurie.

Cas N° 2.

Jeune fille de 16 ans, l'aortographie est réalisée pour mettre en évidence une sténose aortique, à l'aide de 50 cc. d'Umbradil à 70 %. L'examen se déroule normalement, mais les 3 jours suivants, elle présente des nausées, des vomissements. L'excrétion urinaire est normale. Apathie et fatigue apparaissent le 4^e jour avec seulement 40 cc. d'urine et une N.P.N. à 125 mg.% ; l'élimination urinaire remonte très lentement pour atteindre quelques jours après 320 cc. et 2 litres le 13^e jour. Albuminurie et hématurie microscopique sont notées pendant 2 semaines.

Dans ces deux cas la lésion rénale est transitoire. Elle est vraisemblablement due à une lésion toxique des reins par un excès de produit iodé. Dans les cas mortels de lésion rénale par injection translominaire dans l'aorte, on a noté à l'autopsie au point de vue anatomopathologique, *une néphrite tubulaire*.

Soulié, Piton, Touche présentent en 1951 une statistique de 200 examens angiocardigraphiques et notent que « l'angiographie comporte un risque certain. Un accident mortel sur 200 examens n'est pas négligeable : ce n'est pas une méthode d'investigation systématique. »

Le cas mortel est celui d'un enfant présentant un gros cœur.

— L'autopsie révéla un gros ventricule droit et une communication inter-auriculaire modérée.

Cet enfant était sujet à des paroxysmes d'allure syncopale.

Les auteurs ne précisent pas les modalités techniques, ni le processus morbide cause du décès. Ils concluent que de tels antécédents doivent incliner à une grande prudence et un interrogatoire soigneux doit être de règle.

Ils concluent en donnant leur préférence à l'Angiocardigraphie sélective susceptible d'utiliser moins de produits de contraste.

Deux auteurs anglais, Dimond et Gonlubol rapportent en 1953, 2 morts après angiocardigraphie.

— Le premier décès est rapporté pour un homme à qui l'on avait injecté 60 cc. de Diodrast à 70 %. Il meurt immédiatement après l'injection. L'autopsie révèle des veines pulmonaires aberrantes, un rétrécissement mitral et un foramen oval anormal.

— Le second meurt immédiatement après l'injection de 27 cc. de Néo-Iopax à 75 %. L'autopsie montre une sclérose artérielle et artériolaire pulmonaire primitive.

Les auteurs avaient cependant pris toutes leurs précautions, les tests iodés avaient été pratiqués ainsi que le bilan rénal. Ils n'apportent aucune autre précision supplémentaire, mais remarquent que sur 300 cathétérismes cardiaques ils n'ont eu aucun accident alors que sur 100 angiocardigraphies ils ont à déplorer 2 décès. Ils reconnaissent cependant à l'angiocardigraphie son grand intérêt diagnostique et sa rapidité de manœuvre s'opposant aux fastidieuses mesures succédant au cathétérisme cardiaque.

Donzelot n'a pas à déplorer de complications graves consécutives à 78 examens (1949). Il note seulement quelques états lipothymiques importants dans 2 ou 3 cas. Il considère comme sans intérêt les réactions banales et mineures aux produits iodés.

Mac Fall rapporte en septembre 1958 une statistique comprenant 334 cathétérismes cardiaques dont 159 furent suivis d'une angiocardioraphie sélective; 23 angiocardioraphies globales et ponctions cardiaques gauches : aucun décès attribuable à l'angiocardioraphie, mais un décès par cathétérisme isolé.

En 1955, S.N. Chou relatait 2 sévères complications d'aortographie dont l'une devait se solder par un décès.

CAS N° 1.

Il s'agit d'une femme de 56 ans, qui jouissait d'une bonne santé, lorsqu'il y a trois ans elle se plaint de douleurs thoraciques intermittentes accentuées par le décubitus ou la respiration forcée. Elle est hospitalisée. Tension artérielle à 18/12.

Examen négatif en dehors d'un murmure systolique du 2° degré au niveau des 2° et 3° espaces intercostaux gauches. La vitesse de sédimentation est à 65 mm./h. et un B.W. est découvert positif à quatre croix. L'électrocardiogramme est normal.

La vue de la radiographie pulmonaire fait pencher en faveur du diagnostic probable d'anévrysme de la crosse de l'aorte.

Cathétérisation de l'artère brachiale gauche après dénudation et 45 cc. de Diodrast à 70 % sont injectés. La malade accuse une intense impression de chaleur avec vaso-dilatation importante, contractures spasmodiques des extrémités, puis une aphasie survient avec une tension artérielle à 17/11,5. Une parésie de l'hémiface gauche apparaît, la malade devient comateuse, se contracture intensément et meurt 8 heures après l'examen.

L'autopsie révèle quelques traces d'artériosclérose avec une infiltration de macrophages et de monocytes dans quelques zones périvasculaires au niveau du cortex, des noyaux de la base et la moelle.

CAS N° 2.

Femme de 65 ans, hospitalisée en 1953 pour maladie cutanée de la jambe. Une radiographie systématique montre une masse médiastinale supéro-antérieure gauche. La malade évoque alors quelques vagues douleurs existant depuis quelque temps dans le thorax lorsqu'elle remue les épaules ou respire profondément. A

l'examen on trouve une tension artérielle à 15/8, au fond de l'œil quelques rétrécissements artériels. Hypertrophie cardiaque gauche et murmure symbolique précordial du 2^e degré. Foie dépassant le rebord costal de 3 cm. Tous les examens de laboratoire sont négatifs. L'électrocardiogramme montre une déviation de l'axe vers la gauche et une altération non spécifique de T.

On pratique une aortographie rétrograde par l'artère brachiale gauche. Injection de 31 cc. de Diodrast à 70 %. Tout se passe bien. Mais pendant son transport vers son lit, on lui remarque une respiration de Cheynes-Stokes et elle ne répond plus aux questions.

Pas de signes neurologiques. Etat stationnaire pendant 24 h. Des vaso-presseurs sont administrés. Le jour suivant, on constate un Babinski bilatéral, puis apparition d'une parésie des 2 bras, surtout le droit. Elle s'améliore progressivement en 6 semaines, puis un mois après, est capable de bouger les bras et de soutenir une conversation.

— *Discussion* : Les causes sont difficiles à juger. Nous verrons que les produits iodés (Diodrast, Urokon, Néo-Iopax, etc...) franchissent la barrière méningée (French, Smith). Le degré et la persistance de cette rupture est fonction de l'élévation de la concentration du produit aussi bien que de la pression à laquelle il a été injecté.

Ces lésions cérébrales doivent être rangées dans les troubles fonctionnels transitoires sans lésion œdémateuse ou hémorragique.

Par ailleurs ces produits donnent une vaso-dilatation et une dépression cardiaque, et dans l'aortographie une bonne partie du produit va dans la carotide et la vertébrale qui sont très visibles sur les clichés. Ceci est plus valable pour la sous-clavière droite que pour la gauche en raison de la disposition anatomique de ces artères.

Ainsi, dans ces 2 cas, le moyen de contraste a produit sur le cerveau des troubles neurologiques profonds aboutissant une fois à la mort. La simple perte de conscience est due à une rupture physiologique temporaire des centres cérébraux.

Salen et Wiklund signalent un cas mortel compliquant 100 A.C.G. globales. Il s'agissait d'un enfant présentant une sténose pulmonaire et un gros ventricule droit.

Sutton ne déplore aucun accident sur 47 A.C.G. globales, mais accuse une complication mortelle pour un total de 36

A.C.G. sélectives réalisées. Le décès survint d'ailleurs après le cathétérisme avant l'injection.

Enfin nous avons relevé dans la littérature, indirectement, quelques statistiques sans contexte clinique :

Jonsson, dans 100 cas et Kjellberg dans 150 ne constatent aucune complication mortelle.

Campbell et Hills rapportent 2 cas mortels pour 50 A.C.G.

De Groot	—	1 cas	—	50	—
----------	---	-------	---	----	---

Goodwin	—	2 cas	—	118	—
---------	---	-------	---	-----	---

Reynolds	—	1 cas	—	78	—
----------	---	-------	---	----	---

Etude globale des statistiques

S'opposant à l'angiopneumographie qui est un examen bien supporté par les malades en dehors de ceux présentant un mauvais état général en particulier causé par des suppurations pulmonaires chroniques, l'angiocardigraphie donne parfois des accidents mortels. Ceux que nous venons d'étudier dans les statistiques se caractérisent parfois par une scène clinique définie, dans d'autres cas le tableau est moins net et il est difficile ou même impossible de rattacher l'exitus à une cause précise.

Schématiquement on peut distinguer :

— *Des accidents cardiaques, soit*

- immédiats, accompagnés de phénomènes congestifs pulmonaires aigus à type d'O.A.P.
- plus tardifs, souvent associés à des perturbations de la régulation thermique.

— *Les signes pulmonaires* peuvent dominer la scène, et c'est un arrêt respiratoire qui est noté d'emblée après l'injection, ou des phénomènes dyspnéiques intenses accompagnés de cyanose. L'arrêt cardiaque survient ensuite.

Souvent le syndrome est bâtarde, *cardio-pulmonaire*, et l'on ne peut déterminer l'étiopathogénie précise de l'exitus.

Ces complications cardiaques et pulmonaires se voient essentiellement chez des enfants présentant des cardiopathies congénitales cyanogènes, des sténoses pulmonaires, des insuffisances ventriculaires droites.

— *Les accidents cérébraux* viennent ensuite par leur fréquence. Ils apparaissent plus tardivement après l'examen, rarement immédiats. Ils peuvent être rattachés à une inondation des vaisseaux cérébraux par du produit opaque concentré pas-

sant directement dans l'aorte à l'occasion d'un shunt cardio-vasculaire droit-gauche (par communication entre les cavités droites et gauches du cœur, par une dextroposition aortique ou un tronc commun, la persistance d'un canal artériel...).

— Les accidents d'ordre rénal sont exceptionnels.

— L'anesthésie peut être rendue responsable d'accidents cardiaques ou pulmonaires; de même l'état général surtout si l'examen se prolonge (cas du cathétérisme précédant l'A.C.G.).

Trop souvent dans les statistiques que nous avons recueillies le processus mortel n'est pas précisé ou manque de détails pour indiquer sûrement une défaillance d'un organe déterminé.

Nous nous sommes néanmoins efforcés de ranger dans 7 rubriques les causes de la mortalité :

— « *cardio-pulmonaire* » groupe les cas où le décès s'est signalé par un syndrome cardiaque ou pulmonaire souvent précoce et brutal.

— « *nerveux* » comprend les complications se caractérisant par un syndrome terminal à prédominance neurologique. Leur apparition chronologique est variable.

— « *rein* » : décès marqué par un syndrome rénal.

— « *anesthésie* », c'est l'anesthésie qui, souvent avant toute injection, a provoqué la mort.

— « *technique* » correspond aux complications mortelles provoquées par le cathétérisme, la dénudation (hémorragie par exemple).

— « *E.G.* » réunit les cas où le décès peut être imputé à un état trop précaire du malade.

— « *indéterminé* » : nous avons groupé ici les cas où la statistique ne précise rien et ceux où la scène clinique, parfois détaillée, ne laisse préjuger en rien du processus de l'exitus.

RÉSULTATS :

Sur 15.354 angio-cardio-pneumographies et aortographies, nous avons relevé 96 complications mortelles (0,62 %) se répartissant ainsi :

— cœur-poumons	44 cas
— nerveux	21 cas
— rein	4 cas
— anesthésie	4 cas
— technique	4 cas
— E. G.	4 cas
— indéterminé	15 cas

Parmi ces 15.354 examens :

13.254 A.C.G. globales ou sélectives ont été réalisées, elles ont été la cause de 64 décès dus pour la plupart à une défaillance du système cardio-pulmonaire. *Le taux de mortalité est de 0,47 %.*

Sur 2.100 aortographies, 32 se sont compliquées d'accidents mortels dont 10 sont de type nerveux et 9 à séméïologie cardio-vasculaire. *Soit un taux de mortalité de 1,5 %.*

Les accidents rénaux, anesthésiques (encore qu'il soit difficile de circonscrire l'action de l'anesthésie) et techniques restent rares.

Le cathétérisme de l'A.C.G. sélective apporte certainement un risque supplémentaire, puisque les complications mortelles du cathétérisme isolé sont loin d'être exceptionnelles. De plus cette technique amène au niveau du cœur un produit plus concentré, donc certainement plus nocif. Nous n'avons pratiquement pas relevé de cas mortel dû à un choc au sens chirurgical du terme; et pas plus de syndrome typiquement allergique avec choc, éruption, ou œdème.

CHAPITRE IV

OBSERVATIONS CLINIQUES ET EXPERIMENTALES AU COURS D'ANGIOCARDIOGRAPHIES

L'étude des Statistiques, et en particulier dans le présent ouvrage présente un intérêt certain. Elle permet d'évaluer approximativement le danger de complications inhérent à l'examen délicat qu'est l'angiocardiographie.

Nous nous apercevons cependant qu'il est très difficile de doser la part exacte de chacun des facteurs qui concourent à produire une complication : l'état général du malade le plus souvent lié à sa cardiopathie, la manœuvre chirurgicale (dénudation veineuse ou artérielle, cathétérisation...), l'anesthésie, l'injection du produit de contraste, et même la dose de rayonnement consécutive à la prise des clichés.

C'est pour essayer d'analyser les effets de chacune de ces manœuvres que nous allons voir maintenant les problèmes soulevés par l'anesthésic, par le cathétérisme, et surtout et d'abord par les produits iodés, qui, nous le pensons *a priori*, causent par leur nature même et par leur processus d'injection, les complications vraiment propres au genre d'investigation qu'est l'angiocardiographie.

Etude générale des produits de contraste

Carl Sandström définit ainsi les principales qualités que l'on doit exiger d'un produit opaque destiné à être introduit dans le système vasculaire :

1° Comporter le plus possible de substance opaque (en l'occurrence l'iode).

2° Etre hydrosoluble et correspondre à la concentration en hydrogène du sang.

3° Etre complètement inerte et n'avoir aucun effet local ou général sur l'organisme.

4° Etre chimiquement le plus simple possible, car les risques toxiques des composés complexes sont plus difficiles à prévenir ou à traiter.

5° Enfin être livré au praticien avec toute la documentation désirable sur son expérimentation et son emploi.

Les produits les plus utilisés sont :

— Le diiodo pyridone de di-étynolamine commercialisé en France sous le nom de Diodone (35,50 et 70 %) et à l'étranger sous les noms de : Dijodon, Diodrast, Pyélosil, Umbradil, Ioduron, Pérabrodil.

— Le N méthyl 3,5 diiodo 4 pyridone 2,6 dicarboxylate de sodium, dont les noms commerciaux sont : Urosélectan B.; à l'étranger : Néo-Iopax, Uropac, Pyélectan.

— Les mono et di-iodo-méthane-sulfonate de sodium : Ténébryl, Intron Kontrast U, Abrodil, Skiordan.

— Le tri-iodo 2-4-6 acétylamino 3 benzoate de sodium : Acétiodone, Urokon, Diaginol, Triopac.

Actuellement on utilise de préférence, et en particulier à Lyon, un produit dont la molécule est triiodée : le triiodo 2-4-6 acétylamino - 3 benzoate de méthylglucamine (1) dont la concentration en iode est de 38 ou de 50,7 %, parfois les deux concentrations mélangées, exceptionnellement la présentation à 25,35 %.

La plupart des statistiques que nous avons étudiées portaient sur des examens réalisés avec du Diiodo pyridone acétate de di-éthanolamine.

Pons, dans une étude sur la tolérance, la viscosité et l'opacité de trois produits triiodés français, conclut que l'acétiodone donne de bons contrastes mais est douloureux; le vasurix est beaucoup plus visqueux (120 centipoises à 15° et 31 centipoises à 37° pour le Vasurix 50), mais néanmoins très maniable; il a l'énorme avantage, sur lequel nous reviendrons, d'être moins irritant. Le glucadiodone est trop visqueux.

Le service de clinique cardiologique de l'Hôpital de Broussais, à Paris, utilise actuellement, lui aussi, un produit tri-iodé.

Quel que soit le produit utilisé, si l'intensité des réactions observées est variable, leur nature est assimilable.

L'excrétion du produit de contraste :

C'est le rein qui se charge de débarrasser l'organisme du produit de contraste. Le principe de l'uurographie intra-veineuse en découle.

En cas d'insuffisance rénale importante, on peut assister exceptionnellement à une opacification vésiculaire par excrétion hépatique. On admet que le potentiel excrétoire du rein est fonction de l'état glomérulaire. Ainsi la présence d'albumine urinaire, et surtout un taux urémique élevé au-dessus de 70 %) peuvent faire prévoir une insuffisance excrétoire du produit de contraste, et partant de là un danger d'intoxication.

En fait, Josephson laisse entrevoir que cette notion n'est pas exacte. Les produits de contraste seraient excrétés au niveau des tubuli, c'est-à-dire à l'endroit de réabsorption des constituants solides du plasma qui viennent d'être filtrés par le glomérule. Certains produits seraient ainsi excrétés, dont : la *créatinine*, l'acide hyppurique et ses composés, certains colo-

(1) « Vasurix » Guerbet, à l'étranger « Fortombrine ».

rants introduits dans l'organisme, la pénicilline, etc..., et les produits de contraste.

Cette élimination tubulaire, toujours d'après Josephson, augmente avec la concentration plasmatique, mais ne dépasse pas un maximum de 25 à 50 mg. par minute (Smith, Goldring et Chasis).

Dans les syndromes néphritiques, ce taux est abaissé, et on peut même assister au blocage de l'excrétion tubulaire, la filtration glomérulaire pouvant n'être pas affectée. La diurèse n'a aucun rapport avec l'excrétion du produit de contraste. Josephson n'hésite pas à injecter — à doses réduites cependant — des produits de contraste chez les malades dont les reins sont lésés, ceci à condition que la créatininémie n'excède pas 1,5 mg. par 100 cc. de sang complet (soit 1,30 mg. % dans le sérum chez l'homme et 1 mg. % chez la femme).

L'excrétion urinaire du produit de contraste se fait selon une courbe logarithmique, avec les doses usuelles, de telle sorte que le taux plasmatique baisse de moitié en 30 à 40 minutes après l'injection. Ce temps est allongé dans les néphropathies.

Réactions cliniques observables au cours d'une injection de produit de contraste

1° Réactions locales.

Schmidt et Caldos prétendent que l'endothélium vasculaire n'est pas altéré par les opacifiants, même après un contact prolongé. Broman et Olsson, au contraire ont montré que le Dijodon (à 35 et 50 %) ou le Iorudon par exemple donnaient des lésions vasculaires.

De toute façon, une douleur est ressentie, soit locale, soit régionale. Le Vasurix paraît beaucoup mieux toléré à ce point de vue.

Cette douleur est la traduction d'un spasme réflexe ayant son origine dans l'excitation des terminaisons nerveuses centripètes de l'endothélium (Leriche). Ce spasme est purement veineux en cas d'injection intra-veineuse : on n'a jamais rapporté de cas d'ischémie du membre supérieur révélatrice de la vasoconstriction réflexe artérielle au cours d'une U.I.V. (P. Pizon).

La concentration et la pression d'injection ne paraissent pas jouer un rôle capital dans cette douleur. Par contre, J.-L. Ambruster et H.W. Hefke ont observé que *le syndrome veineux spasmodique est d'autant plus intense que l'injection est lente.*

L'A.C.G. montre que les points douloureux électifs siègent au niveau du creux axillaire, car la progression du liquide opaque est ici ralentie par un lacis veineux collatéral, remplaçant souvent la jonction veineuse sous-clavière-axillaire.

Si le contact du produit se prolonge trop, on assiste à une lésion locale d'endothélite avec accumulation de plaquettes et de fibrine aboutissant à une phlébite aseptique parfois thrombosante.

Cette phlébite est rare, et son apparition après injection intra-veineuse du produit de contraste demande certainement un terrain prédisposé.

En conclusion, il s'agit d'un réflexe d'irritation endothélial, dont les conséquences varient avec la réceptivité individuelle.

2° Réactions générales.

Les divers modes d'injection des produits de contraste, que ce soit en vue d'une artériographie ou surtout d'une phlébographie, d'une urographie intra-veineuse ou d'une angio-cardio-pneumographie ont en commun des réactions variées de l'organisme dues uniquement au produit de contraste. On conçoit donc l'intérêt de l'étude de ces réactions.

Très souvent on peut noter durant l'injection une irritation laryngée avec toux, suivie d'une gêne respiratoire avec constriction rétrosternale. Parfois apparaît un état de malaise avec palpitations, nausées, tremblements, sensation de chaleur à la tête et au cou, lipothymie, éruptions de type urticarien plus ou moins prurigineuses.

Dans les cas présentant un syndrome plus sévère, on peut toujours reconnaître, isolées ou intriquées les formes cliniques suivantes :

— *Forme pulmonaire* avec irritation laryngée, toux, dyspnée, cyanose, accélération de la respiration : 40 à 60 par minute; parfois augmentation de la profondeur respiratoire (signe qui serait péjoratif), hypersécrétion bronchique et mort possible en O.A.P.

— *Forme nerveuse* avec céphalées intenses, convulsions épileptiformes, vomissements, incontinence, hémiplégie avec parfois hyperthermie et coma terminal.

— *Forme cardiaque* se manifestant par un collapsus cardio-vasculaire d'installation plus ou moins rapide, pouvant se traduire par un choc brutal.

— *Forme anaphylactique* beaucoup plus rare avec œdème de la face et du larynx, prurit, éruption urticarienne et avec pétéchies. Dans 80 % des cas ces manifestations apparaissent moins d'une heure après l'injection.

Les examens anatomo-pathologiques fournissent toujours les mêmes conclusions :

— Aspect congestif des poumons, œdème bronchio-alvéolaire avec plages d'infarctus;

— Apoplexie séreuse, œdème cérébro-méningé, arachnoïdite, congestions et hémorragies cérébrales;

— Apoplexies viscérales diverses, hépatite séreuse ou néphrite glomérulaire aiguë de Reilly.

C'est le tableau clinique et anatomique du *syndrome d'irritation généralisée grave décrit par G. Tardieu*.

Localisation de ce réflexe d'irritation.

Il ne peut se situer qu'entre le lieu de ponction veineuse et l'aorte, car ce vaisseau à peine sensible au produit concentré ne l'est plus lorsque le produit injecté par voie I.V. y parvient déjà très dilué.

— Les irritations veineuses, nous l'avons vu, peuvent déclencher un réflexe qui, prenant naissance sur un terrain neuro-végétatif hyperexcitable peut s'amplifier en donnant un syndrome d'irritation généralisée grave, surtout si le produit va agir jusqu'au niveau des gros troncs veineux. Des auteurs (Tournay et Viéville, Shelley, R. Derobert et R. Martin) rapportent des syndromes généralisés sévères et même des décès consécutifs à des injections veineuses sclérosantes.

— L'irritation pulmonaire souvent prédominante s'explique aisément; la division progressive des artères pulmonaires en un fin réseau forme un véritable barrage à l'écoulement du sang en général et du produit opaque en particulier, réalisant la condition idéale à une irritation maximum de l'endothélium.

L'angiocardigraphie nous apprend que le temps pulmonaire de cet examen dure beaucoup plus longtemps que la durée de l'injection, ce qui est encore augmenté par un état défaillant du cœur droit ou un obstacle sur la circulation pulmonaire.

Un produit iodé injecté dans l'oreillette gauche du chat, à la dose de 1 cc./kg. de poids ne provoque aucune apnée, alors que l'injection veineuse la fait apparaître.

Il a été démontré que l'irritation des vaisseaux pulmonaires provoque une vaso-constriction avec diminution de l'hématose, bronchorrée et exsudation sanguinolente (Comroe et Bothelho).

On conçoit l'importance des effets que peut produire un tel réflexe sur un organisme qui est parfois déjà en état d'anoxie, et l'on comprend qu'une cardiopathie cyanogène puisse mal supporter cet état d'autant plus que le cœur est surmené par la stase pulmonaire due à la vasoconstriction temporaire.

— *Irritation cardiaque* : On a invoqué des mécanismes divers :

Irritation du cul de sac jugulaire (Reilly) ou formation d'un spasme des coronaires (Wickbom, Robb et Steinberg) qui s'entretient jusqu'à la fibrillation terminale ou l'infarctus. Il pourrait également y avoir une défaillance cardiaque consécutive à l'hypertension artérielle provoquée par la vaso-constriction.

— *Irritation nerveuse* : se produirait soit par phénomène réflexe à partir de l'extension du réflexe vasculo-pulmonaire, soit par irritation directe des centres méso-diencéphaliques comme au cours des angiographies cérébrales.

— *Irritation capillaire* : Le syndrome d'irritation peut distendre les capillaires viscéraux et spécialement ceux du foie, ce qui, par absorption d'un volume sanguin important, entraîne un certain degré de paralysie de la circulation de retour et provoque un collapsus rapide.

La symptomatologie varie, dans ce syndrome d'irritation de Tardieu, suivant l'organe le plus sensible, veineux, pulmonaire, nerveux ou cardiaque qui sera le point de départ du réflexe, et dont le disfonctionnement donnera le fond de la scène clinique.

Quelle est la nature de ce syndrome irritatif ?

Il pourrait s'agir, étant donné la soudaineté de son apparition, d'un *phénomène allergique*, d'autant plus que la pression d'injection semble ne pas avoir de rôle prépondérant.

Les tests intraveineux au produit de contraste ne permettent

pas de retenir la nature allergique de cette séméiologie : ils sont très souvent discordants par leur négativité avec le syndrome sévère qui suit l'injection.

Ces tests, que nous verrons ultérieurement plus en détail, sont nommés tests iodés. Nous pensons qu'il s'agit d'un abus de langage, car rien ne permet de dire que c'est l'iode qui agit. Au contraire, on admet que la molécule de produit de contraste est chimiquement inerte. La seule méthode indiscutable de démontrer qu'il existe de l'iode métabolisable serait d'expertiser au compteur Geiger un organisme ayant reçu une injection de produit de contraste contenant dans sa molécule de l'iode marqué. Ce qui, à notre connaissance, n'a pas été réalisé.

Le test est donc valable pour la molécule prise globalement. C'est la nature moléculaire du support de l'iode qui importe. Un test dit « à l'iode » ne peut avoir de valeur que si l'on injecte *exactement* le même produit que celui qui sera utilisé pour l'examen.

Mac Intosh et Paton émettent une hypothèse séduisante : le produit de contraste pourrait, en plus de son action irritative propre, provoquer une libération de l'histamine contenue dans la peau et les muscles. Mais cela n'a pas été prouvé.

L'étiopathogénie anaphylactique, humorale de ces réactions n'est donc pas démontrée.

Plus explicative est la *théorie neuro-végétative* : l'ébranlement sensitif se propage plus ou moins loin et plus ou moins intensément vers les divers appareils à partir de l'irritation localisée des veines, du poumon ou du cœur, escorté et renforcé par des réflexes longs et des réflexes d'axone.

Une hypersensibilité acquise de l'endothélium vasculaire lors d'une première injection expliquerait les accidents observés parfois lors d'injections répétées.

La fréquence plus grande des complications chez les asthmatiques, urticariens, allergiques en général, s'expliquerait par la susceptibilité de leur système neuro-végétatif.

Ce syndrome d'irritation généralisé n'est pas le propre des composés organo-iodés. On peut le faire apparaître avec de nombreuses solutions dont le caractère de la plupart est d'être hypertonique.

L'étude des effets des constituants moléculaires des produits de contraste (éthanolamine, méthylglucamine, radical carboxyle...) n'a pas donné de résultats satisfaisants.

Nous sommes donc amenés à considérer l'opacifiant comme irritant, simplement parce qu'il est employé en solution hypertonique et peut-être parce qu'il renferme un dosage d'iode nettement supérieur aux médications iodées, mais sans pouvoir donner à cette notion une base solide.

Nous venons de voir les réactions immédiates ou précoces observées comme complications de l'injection des produits de contraste; *les accidents tardifs* n'ont, eux, qu'une seule pathogénie : la lésion rénale (Pizon) (Aubry et Coll.).

Donzelot, Heim de Balsac et Coll. ont étudié les conséquences rénales de l'A.C.G. chez 106 enfants. Vingt-quatre heures à quarante-huit heures après l'examen ils constatent :

- deux fois l'apparition dans les urines d'hématies;
- six fois celle de cylindres granuleux;
- 39 élévations de 0,10 de l'azotémie;
- 26 abaissements de 15 à 20 % de la P.S.P.

ce qui traduirait une atteinte glomérulaire. Nous sommes ici en contradiction avec les conclusions de Josephson qui ont été rapportées plus haut.

En fait les décès par anurie après A.C.G. sont rares; on parle souvent de lésions glomérulaires et parenchymateuses, parfois de lésions tubulaires en particulier (Alwall et Coll.).

Cliniquement ont été notées : une élévation progressive de l'azotémie, parfois la présence d'albumine dans les urines, une anurie le plus souvent totale. Quelques cas sévères avec guérison sans séquelles ont été rapportés.

Bourdoncle et Tramier résument ainsi les accidents dûs aux produits de contraste :

- Fréquence peu élevée;
- Complications proportionnelles
 - au volume injecté
 - à la concentration
 - non proportionnelles à la durée de l'injection;

— d'action beaucoup plus généralisée par voie intra-veineuse que par voie artérielle.

— pas de sensibilisation spécifique dans la majorité des cas, mais déclenchement du syndrome par des phénomènes primaires d'irritation vasculaire ou tissulaire.

Ils accordent peu de valeur aux tests.

C'est là, cependant, croyons-nous, une erreur, car s'il est certain qu'un test négatif ne met nullement à l'abri d'une complication, la présence d'un test positif doit pousser à la plus grande prudence, et doit faire absolument rejeter l'A.C.G. si l'examen se révèle difficile ou le terrain du malade délicat. De toute façon une préparation spéciale du sujet s'impose (anti-histaminique de synthèse, ganglio-neuroplégique) si l'examen est néanmoins réalisé.

Les statistiques de Natermann et Robins et d'Alyéa et Haines concernant des U.I.V. montrent bien un certain rapport existant entre la positivité des tests et la fréquence des complications :

a) 1.675 examens dont :

239 avec tests positifs donnent 16 % d'incidents;

1.436 avec tests négatifs donnent 4 % d'incidents.

b) 440 examens donnant

27 % d'incidents pour les tests positifs

17 % d'incidents pour les tests négatifs.

Constatations cliniques et expérimentation au cours d'angiocardigraphie

Ce chapitre comprend essentiellement l'étude des effets sur le cœur, la circulation pulmonaire, et accessoirement sur le cerveau, d'une injection d'un produit hypertonique abondante, amenée directement dans de nombreux cas dans le cœur droit ou les artères pulmonaires.

I. — Les réactions cardio-vasculaires et pulmonaires.

Elles peuvent être en relation avec

- le moyen de contraste;
- la vitesse et le volume de l'injection;
- le temps de l'exposition aux rayons X.

Nous laisserons de côté les effets psychogéniques (tachycardie émotive).

Mac Fall a étudié ces problèmes chez l'homme sur :

- 334 cathétérisations cardiaques non suivies d'A.C.G.
- 159 cathétérisations cardiaques suivies d'A.C.G. sélectives.
- 23 A.C.G. globales.
- 10 ponctions cardiaques gauches

et sur 64 chiens qui furent soumis à des examens destinés à évaluer les limites de sécurité des facteurs traumatisants.

Un électrocardiogramme a été chaque fois enregistré.

Le temps d'injection était noté par contact électrique, de même que le moment de la prise des films. Un tracé de la pression intra-cardiaque a été effectué chez les chiens et sur 9 sujets.

L'électro-encéphalogramme n'a pas été enregistré. Nous l'étudierons plus loin avec un autre auteur.

Enfin un index pléthysmographique s'avéra inutile et fut abandonné.

— Pendant les interventions chirurgicales auxquelles furent soumis les malades après A.C.G., 29 fois le cœur fut soigneusement examiné, et aucune lésion imputable à l'examen opaque n'a été signalé. 18 malades qui moururent par la suite et qui furent autopsiés ne montrèrent pas plus de lésion. Aucun des décès n'est attribuable à l'angiocardiographie.

— 26 des animaux furent examinés après leur mort. Dans de nombreux cas les injections consciemment exagérées furent jugées responsables de la mort. Dans d'autres cas elles auraient causé une importante morbidité si les animaux n'avaient pas été sacrifiés.

RÉSULTATS :

1. — *Réactions au catheter :*

Nous passerons sur l'incident que produit un catheter qui se noue. Une pression intermittente et forte poussée par la sonde peut suffire à défaire la boucle. Parfois la solution doit être chirurgicale.

Plus intéressantes sont les réactions produites par excitation purement mécanique due au catheter.

Chez 2 sujets, les nœuds sino-auriculaires se révélèrent particulièrement irritables pendant le cathétérisme précédant l'A.C.G. Chez l'un l'examen fut mené à bien en évitant la portion supérieure droite de l'oreillette droite; chez l'autre, plusieurs périodes d'arrêt diastolique firent abrégé l'examen.

Cas rapporté : Cathétérisme chez un bébé de 4 mois, présentant un souffle systolique dur (degré IV), au 4^e espace. Pas de cyanose, pouls à 100. Electro-cardiogramme : déviation de l'axe. (L'enfant recevait de la digitaline.) Anomalies congénitales des yeux, oreilles, nez, sténose anale, mégacôlon secondaire. Pendant le cathétérisme, lorsque la sonde arrive dans l'infundibulum droit, arrêt cardiaque 3 secondes. Le catheter est retiré, mais lorsqu'il touche la paroi latérale de l'oreillette, nouvel arrêt de 2 secondes. Le premier bruit cardiaque qui suivit parut lent et plein : cela peut être un mécanisme d'échappement vagal. Par deux fois le même phénomène se produisit. Un nombre d'échantillons prélevés montraient un shunt auriculaire gauche-droit. L'A.C.G. n'est pas réalisée.

Diagnostic :

- C.I.A.
- Nœud sino-auriculaire et infundibulum iritables.
- Information insuffisante sur la fonction ventriculaire.

— Chez 2 enfants, une bradycardie fut notée quand la tricuspide fut maintenue ouverte par une boucle du catheter.

— Presque invariablement des contractions ventriculaires prématurées sont produites en poussant le catheter dans le ventricule droit. Dans les mains d'opérateurs habiles, ce n'est pas une contre-indication pour parfaire l'examen.

— Jamais de fibrillation ventriculaire ne fut notée, et les degrés variables de block cardiaques relevés ont tous été rapidement réversibles.

Chez les animaux le catheter introduit par l'aorte dans les cavités gauches provoqua des fibrillations, en particulier en se logeant par deux fois dans l'artère coronaire droite. On nota également des hémorragies sub-endocardiques et des trombus chez 85 % des chiens chez qui le catheter était resté plus d'une heure.

Il faut donc éviter à tout prix un délai entre mise en place du catheter et angiocardigraphie.

II. — Réactions à l'injection sous pression d'un liquide dans les cavités cardiaques.

a) *Variations de la pression intracardiaque* (Björn, Nordenström).

— L'auteur a fait une première série d'expériences au cours desquelles il a injecté par voie intraveineuse, chez des chiens, en l'espace de 1/2 à 1 seconde, un volume de produit de contraste à 70 % ou de sérum salé physiologique, allant jusqu'à 50 cc. *Il n'a constaté aucune variation de la pression au niveau de la veine cave supérieure et des cavités droites.*

— Une deuxième série d'études est réalisée pour rechercher les variations des pressions intra-cardiaques au cours des injections intra-cardiaques par catheters introduits par la veine jugulaire externe.

On enregistre simultanément : les pressions intracardiaques, la respiration, un électrocardiogramme.

Pour les injections rapides une seringue pneumatique est utilisée. Injection en 0,3 à 0,5 secondes de 1 cc. de produit par kg. de poids; début et fin de l'injection sont enregistrés.

Ces expériences ont été enregistrées chez le chien. Pour chaque animal, 4 injections sont effectuées à la suite avec du sérum physiologique et espacées de 15 à 20 minutes. Deux injections d'Urokon (1) sont réalisées de la même manière ensuite.

La pression au niveau de la seringue à injection est soigneusement enregistrée.

RÉSULTATS :

— L'injection de sérum physiologique ou d'Urokon dans l'oreillette gauche ne fait pas varier la pression intra-auriculaire dans une grande mesure : les variations de pression dues à la respiration sont nettement plus importantes. On peut admettre une élévation de la pression de 1 à 2 mm. de Hg dans l'oreillette pendant 1 à 2 battements cardiaques suivant l'injection. Ce sont les mêmes variations de la pression auriculaire que l'on trouve en injectant le liquide dans la V.C.I. au niveau du rein au lieu de l'injecter directement dans l'oreillette.

— Quand injection et mesure sont faites au niveau du ventricule droit, des extrasystoles apparaissent plus fréquemment. Les variations de la pression ventriculaire sont plus importantes que pour l'oreillette et durent pendant 2 à 7 battements cardiaques.

L'augmentation maximum de la tension ventriculaire atteint dans certains cas 20 à 30 %. Conjointement à cette élévation systolique se manifeste une discrète diminution de la pression diastolique. Avec l'Urokon l'effet est plus discret qu'avec le sérum physiologique (sans doute du fait de la viscosité du produit qui, au bout du catheter a une pression relativement moins forte que le sérum physiologique, à pression égale dans la seringue par ailleurs).

(1) Acétiodone Guerbet en France.

DISCUSSION :

Pas de variations dignes d'intérêt dans l'oreillette par injection intra-auriculaire. Se rappeler de plus que dans l'A.C.G. normale l'injection n'est pas aussi rapide.

Mais on peut admettre que la présence de cathéters favorise une fuite valvulaire dans l'oreillette. D'autre part, il s'agit de cœur sain et si l'on est en présence d'une sténose pulmonaire il est probable que la circulation pulmonaire ne puisse absorber une partie de cette hyperpression créée par l'injection comme le fait une petite circulation libre de tout obstacle.

b) Variations de la tension artérielle.

— Chez l'homme :

Maluf, Mac Coy, Dotter et Steinberg ont montré depuis longtemps qu'il y avait une chute de T. A.

Amundsen a réalisé des mesures, chez des malades atteints de pneumopathies ou de cardiopathies, mais sans shunt droit-gauche ni gauche-droit, au cours de 16 A.C.G. pratiquées sur 9 malades et de 12 aortographies pratiquées sur 10 malades.

Dans quatre cas, une injection de sérum salé isotonique a précédé, de 15 à 20 minutes, l'aortographie.

RÉSULTATS : au cours d'A.C.G.

— Pendant l'injection, rien n'est remarqué.

— Dix secondes après, peu de changement, mais dans 4 cas, chute de 8 mm. de Hg de la pression aortique.

— Vingt secondes après, chute de 4 à 20 mm. de Hg chez tout le monde, puis graduellement la tension s'abaisse de 30 à 40 mm. de Hg.

— Retour à la normale en 1 minute.

Le rythme cardiaque est peu modifié : légère bradycardie du début, suivie de tachycardie, surtout marquée dans 3 cas 10 à 20 secondes après l'injection.

— Au cours de l'aortographie :

— Augmentation rapide de la T.A., légère, puis chute assez marquée 20 secondes après l'injection, de 17 à 43 mm. de Hg. En principe 1 minute après, retour à la normale. Une fois cette restitution a demandé 6 minutes. On note une bradycardie légère.

Avec les artériographies périphériques, phénomènes analogues, mais nettement moins marqués.

En conclusion : chute plus marquée avec l'aortographie et variable avec les produits utilisés (Mac Coy) : les triodés ont moins d'effets.

Amundsen insiste sur la nécessité de surveiller la T.A. pendant une angiocardiographie.

— Chez l'animal (Z. Zseböck, Gergely R. et M.).

L'intérêt de l'étude des réactions cardiaques chez l'animal pendant les injections intra-cardiaques tient surtout au fait que des doses limites ont ainsi pu être définies.

Le champ d'expérimentation porte sur 57 A.C.G. réalisées chez le chien sous anesthésie générale à l'éther.

TECHNIQUE :

Cathétérisation de la veine jugulaire droite. Les produits utilisés ont été le Ioduron, le dextrose ou le chlorure de sodium injectés en 2 à 3 secondes sous forte pression. En moyenne 1,5 à 3 cc./kg. de poids ont été injectés. Chaque fois ont été pratiqués l'enregistrement de la respiration (Tambour de Marey) et la mesure de la T.A. dans l'artère fémorale.

RÉSULTATS :

Des injections de 3 cc. par kg. de poids de Ioduron à 50 et 70 % n'ont provoqué aucun accident chez le chien.

Les fortes doses à 70 % provoquaient une apnée transitoire.

Immédiatement après l'injection, les enregistrements montraient une brusque et fugitive élévation de la T.A. qui s'effondre ensuite en 2 à 3 secondes de 8 cm. de Hg avec l'Ioduron à 70 %, de 6 cm. Hg avec l'Ioduron à 50 %. Cela varie avec le volume utilisé. Ces chiffres sont les chiffres maxima obtenus.

La réascension normale de la T.A. se fait en 1 à 2 minutes avec parfois un léger dépassement de 10 à 20 mm. Hg de la pression antérieure.

DISCUSSION :

La dose injectée peut expliquer que le volume de produit se substituant en partie au sang provoque une ischémie partielle du cœur gauche qui particulièrement réflexogène répond par une chute de T.A.

L'électrocardiogramme (Zinn et Horger) confirme cette notion d'anoxie coronarienne.

Mais 3 cc./kilo de poids de sérum physiologique ne provoquent ni apnée ni chute de tension. Il faut en injecter 6 cc./kg. pour obtenir les mêmes effets qu'avec le Ioduron ou les sels hypertoniques les plus variés. Il ne s'agit donc pas uniquement d'un effet purement mécanique qui existe néanmoins et qui agit en substituant à du sang actif normalement oxygéné une masse liquidienne inerte, physiologiquement.

Des zones réflexogènes réagissant à divers stimulus tels qu'irritation due à la concentration d'un produit, ou anoxies, se trouvent situées dans les grandes bifurcations veineuses, le myocarde (Szentgotay), l'artère pulmonaire (Schwiegk, Daly, Ludany, Todd, Verney).

Des effets analogues à ceux du Ioduron ont été obtenus avec l'injection de dextrose hypertonique à 28 %, de ClNa hypertonique à 8,5 %. La pression osmotique du Ioduron correspond à celles de ces solutions.

L'injection de solution de ClNa à 9 %, à 30 %, de dextrose à 40 %, à 50 %, de Pantocaïne (10 mg./kg. de poids), à la dose de 3 cc./kg. ont toutes abouti à un exitus.

Il paraît ainsi possible d'affirmer que les signes évoqués lors d'injection de produit de contraste ne sont pas spécifiques et peuvent être reproduits par l'injection de solutions très variées de même concentration.

Le réflexe de Bézold-Jarisch confirme ces constatations.

Toutes les tentatives pour bloquer ces réflexes sont restées vaines, sauf par anesthésie des deux vagues par infiltration novocaïnique, elle-même génératrice d'hypotension (Zseböck). Les vagolytiques sont sans effets, de même que les anti-histaminiques.

L'électrocardiographie au cours de l'angiocardioraphie clinique

Horger et Dotter l'ont spécialement étudié dès 1951. Dans la statistique de Dotter et Jackson, sur les 26 décès, 13 sont survenus dans l'heure qui a suivi l'examen et sont imputables à un arrêt respiratoire. Y a-t-il des manifestations cardiaques concomitantes ?

Dans leur rapport, Horger et Dotter précisent peu leur technique; le tracé électrique est mis en route avant l'injection, de telle sorte à réaliser un tracé avant, pendant et après l'injection. Pas d'anesthésie générale ni de prémédication.

RÉSULTATS :

21 injections ont été réalisées chez 16 sujets.

— Le rythme des pulsations augmente chez 20 et diminue chez 1. Cette augmentation varie de 4 à 69 par minute. En moyenne 27,3 par minute.

— Les modifications les plus fréquentes de l'E.C.G. sont celles de l'onde T qui vont de la simple diminution d'amplitude à l'aplatissement ou même à l'inversion de l'onde qui apparaît progressivement dans le temps. Chez 11 sujets on peut observer en même temps un abaissement du segment ST.

Les ondes T sont devenues franchement négatives dans 5 cas dont 3 injections avec du Diodrast et 2 avec du Néo-Iopax.

Tout rentre dans la normale en une à quelques minutes.

Les variations du tracé électrique apparaurent 7 à 10 secondes après l'injection, c'est-à-dire au moment où le produit opaque parvient aux coronaires.

D'autres modifications électriques ont été enregistrées :

Trois fois une contraction prématurée des oreillettes;

Deux fois des extra-systoles ventriculaires.

Il s'agit donc très vraisemblablement d'un spasme coronarien dû au produit de contraste et provoqué par un réflexe direct du myocarde ou par l'intermédiaire de centres nerveux.

Les troubles observés sont assimilables à ceux provoqués par une insuffisance coronarienne aiguë.

Il se produit pendant l'injection une anoxie passagère du myocarde. Ces effets sont très variables avec la susceptibilité individuelle. Une atteinte pathologique des coronaires paraît devoir augmenter les risques de cette anoxémie. Il est cependant à remarquer que les sujets soumis à une A.C.G. accusent très rarement une douleur de type angineux.

Enfin, des accidents graves au cours d'A.C.G. pourraient également s'expliquer par des troubles du rythme aboutissant à une tachycardie ventriculaire paroxystique parfois relevée.

Nous concluons en insistant sur les risques de cette anoxie coronarienne lorsqu'elle se produit au niveau d'un cœur surmené (en particulier dans l'I.V.D.).

Nous avons enregistré à Lyon une dizaine d'E.C.G. au cours de l'injection du produit de contraste. L'un d'eux est particulièrement intéressant puisqu'il a été enregistré au cours d'une A.C.G. qui s'est soldée par un accident mortel (cas n° 5 de la statistique lyonnaise), mais ce tracé qui montrait une hypertrophie droite assez importante n'a pas été modifié par l'injection du produit.

Les autres enregistrements montrent parfois quelques extrasystoles monomorphes isolées ou en salve, et par deux fois une fusion des ondes P et T disparaissant quelques secondes après la fin de l'injection et non expliquée par l'accélération du rythme.

Les réactions cérébrales et l'électroencéphalographie

Tout ce que nous avons vu précédemment nous incite à penser que les centres cérébraux peuvent être sensibles à plusieurs facteurs :

— l'anoxémie consécutive à la diminution de l'hématose pulmonaire;

— le spasme vasculaire réflexe plus ou moins généralisé dont le point de départ est variable : zones sensibles veineuses, cardiaques, pulmonaires, cérébrales même;

— l'action directe du produit de contraste.

Au cours d'une A.C.G. globale effectuée avec 60 à 70 cc. de produit de contraste on peut admettre que la dilution dans l'aorte est déjà faible. A fortiori dans les vaisseaux cérébraux.

Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit d'une A.C.G. sélective utilisant une quantité de produit iodé de 1,5 à 2 cc. par kilo de poids, lorsqu'on effectue une aortographie ou une ponction des cavités cardiaques surtout gauches et surtout dans les cas de shunt droit-gauche.

Broman et Olson ont étudié la tolérance des vaisseaux cérébraux aux substances de contraste.

L'injection intra-carotidienne de Diodrast provoque une douleur régionale de l'hémi-face correspondante avec sensation de chaleur; il se produit une vaso-constriction et éventuellement on assiste à des manifestations épileptiques : il s'agit d'un syndrome d'irritation vasculaire, puis cérébrale.

L'expérimentation chez le chien ne montre aucune lésion anatomique des vaisseaux, mais il peut se produire par contre des phénomènes ischémiques d'origine humorale — par diminution de l'hématose — ou par vaso-constriction réflexe. Les auteurs ont montré qu'il se produisait une modification de la perméabilité vasculaire avec une destruction de la « Blood brain barrier » (barrière sang-cerveau). Normalement le bleu

trypan injecté par voie intra-veineuse ne sort pas des capillaires sanguins. Il n'en est plus de même si cette barrière est perturbée. Après injection abondante, chez le chien, de substance de contraste dans la carotide, une injection intra-fémorale de bleu trypan donne une coloration du territoire cérébral correspondant à l'injection. Les auteurs éliminent les autres causes possibles de ces perturbations cérébrales en éliminant de l'organisme la presque totalité du produit injecté par incision de la juguulaire. L'étude anatomopathologique ne montre pas de lésion vasculaire, mais une extravasation du colorant dans le tissu cérébral. La perméabilité vasculaire a été modifiée.

La concentration et le temps de l'injection jouent un rôle prépondérant dans le déclenchement et la gravité des lésions. Si les effets sont minimes, tout rentre dans l'ordre en moins de deux heures. Si le cerveau était antérieurement lésé, la tolérance aux produits de contraste est fortement abaissée.

La sommation des injections devient néfaste lorsque l'intervalle qui les sépare est inférieur à 15 minutes.

Enfin l'ischémie cérébrale pathologique ou provoquée diminue également la résistance vasculaire. Chez l'homme l'artériosclérose prédispose aux complications des injections de produits iodés, le spasme surajouté aggravant le syndrome ischémique latent.

Le cerveau apparaît ainsi très sensible à l'introduction intra-artérielle de produits irritants. Les autopsies pratiquées et rapportées dans les statistiques précédemment vues révèlent souvent des œdèmes cérébraux ou des hémorragies méningées pratiquement constantes au cours des complications mortelles à forme nerveuse. Il s'agirait de l'étape ultime et irréversible de la rupture de cette barrière méningée et vasculaire du cerveau.

Fultz, Thomas avaient déjà montré que *les variations de l'E.E.G.* après injection de Diodrast intra-carotidienne paraissent dues à une action toxique agissant sur le neurone.

Deux types de phénomènes peuvent être observés :

— aplatissement de toutes les formes d'ondes et disparition des pointes pouvant exister avant l'injection;

— ou au contraire une exagération des ondes delta et des pointes avec dans quelques cas une activité anormale dans la production des pointes et des décharges de crises généralisées.

Il s'agit le plus souvent d'une augmentation des ondes pathologiques préexistantes. Elle n'excède pas 15 minutes.

Mélin montre que chez l'enfant l'E.E.G. n'est pas modifié au cours d'une A.C.G., sauf si l'aorte est « surmenée » (vraisemblablement au cours d'examen pratiqué chez un enfant présentant par exemple une coarctation de l'aorte), avec des troubles pouvant persister plus de 2 jours. On peut assister, entre autres modifications, à une augmentation de l'amplitude des ondes lentes et à une diminution de celle des ondes alpha. En plus de l'action des produits iodés, l'anesthésie pourrait jouer un rôle.

Kirstein a expérimenté chez l'adulte :

Ses études portent sur 19 hommes et 10 femmes âgés de 11 à 17 ans (7 cas), de 20 à 46 ans (21 cas) et 1 enfant de 7 ans. Ces malades présentaient les malformations cardio-vasculaires les plus diverses. Aortographie, ponction ventriculaire droite, A.C.G. sélective ont été réalisées.

TECHNIQUE :

Prémédication : 5 cg. de nembutal 1 heure avant l'examen, 0,75 cg. de morphine, 0,25 cg. de scopolamine.

Cathétérisme sous anesthésie locale, A.C.G. sous anesthésie générale (péthidine et hydrochloride à 50 %).

Injection d'Umbradyl ou de produit triiodé à la vitesse de 20 à 30 cc. par seconde.

Un E.E.G. a été pratiqué chez chaque sujet avant l'examen, un autre réalisé 19 à 20 heures après, et en cas de modifications, le tracé électrique est répété jusqu'à la normalisation des signes.

RÉSULTATS :

1° *Aortographies*. — Les auteurs relèvent avant l'injection :

11 E.E.G. normaux

8 E.E.G. anormaux, non spécifiques et généralisés

1 E.E.G. anormal, non spécifique, mais localisé.

Après injection, dans 16 cas l'E.E.G. est inchangé. Mais dans 4 cas ont été relevées :

une légère diminution de la fréquence alpha dans 3 cas;
une augmentation de l'activité lente dans 2 cas.

La fréquence alpha est revenue à la normale en 3,5 à 14 jours, les ondes lentes en 1 semaine.

2° *Cathétérisme droit avec injection :*

Avant injection :

- 4 E.E.G. normaux;
- 3 anormaux avec :
 - un cas de ht voltage bilatéral synchronisé 6/seconde, frontal.
 - un cas de ht voltage 4/seconde généralisé.
 - un cas de décharges paroxystiques de ht voltage de 3 à 5/seconde, temp.

Dans les 7 cas de l'Umbradil a été injecté. On a relevé :

- une diminution de la fréquence avec 1 onde/sec. dans un cas;
- dans un autre cas de l'activité lente.

Disparition en 2 jours de ces troubles chez les 2 sujets.

- dans 2 cas, des diminutions des décharges de haut voltage furent observées les jours suivants l'A.C.G.

3° Les injections intraventriculaires n'ont pas montré de modifications notables.

Conclusion. Contrairement à l'artériographie carotidienne, l'A.C.G. ne donne pas fréquemment des manifestations cérébrales, sauf en cas de shunt droit-gauche. L'aortographie peut se compliquer de retentissements appréciables pouvant persister plusieurs jours, ou même donner lieu à des complications graves. L'anesthésie générale pourrait jouer un rôle important par l'anoxémie qu'elle engendre et qui favorise l'éclosion de troubles.

L'effet des produits iodés sur l'encéphale est très modéré au cours des A.C.G. et se révèle de pathogénie surtout locale, peu par phénomène réflexe généralisé.

Les complications des cathétérismes cardiaques

Elles sont intéressantes à étudier à un double point de vue. L'introduction d'une sonde est partie intégrante de l'A.C.G. dans les examens sélectifs; d'autre part, si l'on considère à part les accidents consécutifs à l'introduction d'une sonde sans injection, et si on les compare aux accidents secondaires à des injections intra-veineuses et à des A.C.G. sélectives; il doit être plus aisé de faire ressortir le rôle respectif des différentes manœuvres dans la genèse des complications.

Nous avons déjà eu l'occasion de les rencontrer dans la statistique des hôpitaux suédois et dans les études expérimentales sur le cathétérisme.

En 1953, Hébert, Scébat et Lenègre ont publié une étude portant sur les incidents et accidents du cathétérisme du cœur droit.

Sur 1.250 examens réalisés en 10 ans, les auteurs ont retenu 973 observations, dont l'analyse a conduit aux conclusions suivantes :

— Le cathétérisme a été suivi dans un délai qui varie de quelques heures à 20 jours de complications diverses :

264 fois réaction bénigne (27,2 %).

30 fois réactions graves (3 %).

7 fois mortelles (0,7 %).

— Deux complications seulement ont été *d'ordre traumatique* :

un hématome sous-endocardique localisé à l'orifice du sinus veineux coronaire;

un hémopéricarde d'origine d'ailleurs douteuse.

— *Les accidents immédiats ou précoces* sont presque constamment représentés par les *chocs et collapsus* dus aux pyrogènes (221 cas, soit 21,6 % avec 3 morts) et l'œdème pulmonaire aigu (14 cas, soit 1,3 % avec un mort).

— *Les accidents tardifs sont :*

- infectieux généralement bénins (47 cas, soit 5 %);
- thrombo-emboliques (18 cas, soit 2 % avec 7 infarctus pulmonaires);
- embolies pulmonaires (13 cas, soit 1,3 % avec 3 morts).

Ces complications sont dans l'ensemble nettement différentes de celles de l'A.C.G., seul un O.A.P. ne saura être précisé dans sa pathogénie au cours d'une A.C.G. sélective. L'injection de produit de contraste donne exceptionnellement des phénomènes thrombo-emboliques.

Les modifications du comportement cardiaque pendant un cathétérisme ont été analysées par Houssay et coll. qui estiment que les complications les plus fréquemment observées sont :

- la tachycardie ventriculaire ou auriculaire;
- les extra-systoles ventriculaires, ou les contractions auriculaires prématurées;
- le flutter auriculaire ou ventriculaire;
- la fibrillation auriculaire ou ventriculaire;
- le bloc de branche droit.

Les auteurs rapportent également des infarctus pulmonaires consécutifs à des cathétérismes cardiaques, qui se produisent dans les jours ou les mois suivant l'examen. Le fait de stériliser les sondes à l'autoclave au lieu de les immerger dans des produits tels que le mercurioxycyanide suffirait à éviter ces complications.

— *Expérimentalement*, Goodale et coll. ont étudié les effets de la cathétérisation cardiaque chez 28 chiens. La technique utilisée est exactement la même que chez l'homme : introduction de la sonde par la veine jugulaire externe. Sonde n° 7F ou 9F. Une étude précise de la flexibilité des sondes est réalisée.

Dans la moitié des cas l'autopsie a montré une lésion de l'endocarde à type de thrombose. Ces lésions ne présentent aucun rapport avec le volume cardiaque ; le cœur le plus petit (55 gr.) ne présentait aucune lésion, le plus gros (225 gr.) en présentait —; ni avec le degré de flexibilité de la sonde.

Les auteurs admettent que chez le chien les atteintes de l'endocarde paraissent beaucoup plus fréquentes que chez l'homme chez qui l'autopsie ou la clinique révèlent très rarement des lésions après cathétérisme.

Pour terminer cette étude des réactions cliniques observables au cours des A.C.G., il nous faut envisager rapidement les effets des *ponctions cardiaques*.

Nunez et Ponsdomenech se sont faits les défenseurs de cette technique hardie. Ils rapportent, dans un article, 45 ponctions pratiquées chez 30 sujets et n'ayant donné lieu à aucune complication.

Ils injectent 5 cc. de produit di-iodé à 75 %, à la pression de 25 pounds-/inch.² — soit 1,7 atmosphère — pour le ventricule droit et de 30 pounds/inch.² — soit 2,04 atmosphères — pour le ventricule gauche.

Les malades soumis à ces examens présentaient essentiellement des affections pulmonaires.

La ponction provoque, dans deux seuls cas, toux et dyspnée. A l'injection on note une discrète tachycardie. La T.A. diminue dans la plupart des cas de 1 à 4 cm. de Hg. Dans un cas un effondrement de la T.A. devenue imprenable est traité avec résultat par une injection I.C. de coramine-éphédrine. L'E.C.G. montre quelques extra-systoles ventriculaires, surtout au moment où le trocart pénètre la paroi cardiaque. L'effet le plus grave qui fut noté est un bloc de branche droit chez quatre sujets. Les signes électriques disparaurent rapidement. Pas d'altération des ondes T et du segment ST. Un infarctus coronarien antérieur à la ponction ne fut pas aggravé.

Les autopsies réalisées dans des délais très variables, n'ont montré aucune lésion des différentes enveloppes du cœur. Une fois, 7 jours après l'examen, quelques ecchymoses ont été notées au niveau de l'endocarde; elles étaient en voie de résorption.

Problème de l'anesthésie

« L'anesthésie moderne est une agression respiratoire importante, la respiration est déprimée avant même que l'action des anesthésiques proprement dits ne se manifeste » (Houllemare).

— Actuellement, de nombreux auteurs utilisent *des barbituriques solubles* introduits par voie rectale. Ils dépriment profondément le cortex et les centres respiratoires, ils provoquent souvent une apnée, et, vagotoniques ils exposent à des spasmes laryngés et bronchiques.

— Parmi *les anesthésiques volatils*, le chlorure d'éthyle, le protoxyde d'azote, le chloroforme sont également très déprimeurs. L'éther apparaît moins dangereux, car bien que légèrement déprimeur des centres respiratoires, il assure une ventilation pulmonaire satisfaisante.

— Nous mettons à part le *cyclo-propane*, il serait le produit de choix : il a, en effet, l'avantage de pouvoir être administré de façon efficace dans un mélange riche en oxygène, ce qui a l'avantage d'éviter l'anoxie anesthésique (Carnegie). Néanmoins, quel que soit l'anesthésique utilisé, les centres respiratoires sont déprimés; l'anesthésie générale paraît augmenter les risques de l'A.C.G. : Kreutzer qui ne l'utilise pas ne note qu'un accident mortel sur 400 A.C.G. D'autres prétendent que n'en point faire est encore plus dangereux que le risque qu'elle amène (Loeffler).

Il apparaît, à la lumière de ce que nous venons de voir, qu'une anesthésie superficielle réalisée avec de l'éther « ouvert » paraît être le procédé le moins nuisible. Il est en fait difficile de conclure si l'on apprend que Carnegie, qui utilise un mélange cyclopropane-éther-oxygène, conserve une hématoxe satisfai-

sante et obtient une anesthésie profonde qui évite le bronchospasme consécutif à l'injection du produit de contraste (Diodrast) :

Une telle anesthésie ne pourrait-elle pas également éviter les réflexes vaso-constricteurs, parfois mortels, des vaisseaux pulmonaires, coronariens ou cérébraux ?

Problème de la prémédication

Certains produits ainsi employés se révèlent sans inconvénients, nous jugerons plus loin de leur utilité.

— Par contre, certaines drogues peuvent se révéler nocives; *la morphine* en particulier, très couramment employée comme pré-anesthésique, a une action fortement dépressive sur les centres respiratoires : le centre bulbaire devient inexcitable par l'anoxie. Elle produirait de plus une hyper-tension au niveau de la petite circulation. Ces deux effets peuvent avoir un grand rôle dans la genèse des accidents cardio-pulmonaires de l'A.C.G.

— Après avoir injecté le produit de contraste, certains auteurs utilisent par la même voie de la *Procaïne* ou un dérivé afin de « pousser » l'embol opaque, de « laver » la veine et d'annihiler tout spasme naissant. Il convient de savoir qu'à dose importante ce produit est un dépresseur respiratoire et peut entraîner des convulsions avec arrêt respiratoire, c'est de plus un sympathicolytique non adrénalinolytique, c'est-à-dire qu'il empêche la décharge médullo-surrénalienne d'origine nerveuse centrale, mais ne s'oppose pas à l'action de l'adrénaline. La Procaïne peut donc gêner les réactions compensatrices de l'organisme devant une hypo-tension généralisée.

La part du malade dans la pathogénie des accidents de l'A.C.G.

Il paraît a priori normal qu'un examen tel que l'A.C.G. doit être moins bien supporté par des sujets en mauvais état général. Les statistiques nous le confirment. On conçoit qu'un organisme déficient défaille devant une telle agression (rôle des glandes surrénales); cela devient encore plus compréhensible si le mauvais état général est dû à une cardiopathie, ce qui est fréquemment le cas dans l'A.C.G.

Si l'on admet que les complications de cet examen sont essentiellement liées comme nous avons tenté de le montrer,

à un spasme angio-pulmonaire qui va considérablement diminuer l'hématose pulmonaire et augmenter la tension de la petite circulation, il devient aisé de comprendre pourquoi, comme le montre l'expérience, les enfants porteurs d'une cardiopathie cyanogène ou d'une défaillance ventriculaire droite se comptent les plus nombreux parmi les accidents mortels.

Le sujet type le plus susceptible de faire une complication grave au cours d'une A.C.G. est donc un jeune enfant souffrant d'une cardiopathie fortement cyanogène, avec hypertrophie ventriculaire droite, dont l'état général est précaire, et toutes les conditions aggravantes seront réunies si l'injection d'un volume important de produit de contraste concentré est effectuée sous anesthésie générale de type anoxémiant.

Les fautes techniques mises à part, nous n'avons rencontré aucune complication mortelle chez un sujet en bon état général et sans tare viscérale, hormis sa lésion. Certaines complications sont, en effet, à mettre sur le compte de la défaillance de certains organes : atteinte des tubuli rénaux particulièrement fréquente chez les sujets ayant eu une lésion — très variable d'ailleurs — au niveau de l'arbre urinaire; lésion vasculaire cérébrale ou coronarienne chez les artério-scléreux pour lesquels le spasme déclenché par l'injection vient compléter la sténose de l'athérome. Le foie lui-même peut prendre à son compte, par son insuffisance, les fortes réactions allergiques rares, mais parfois mortelles.

Dans l'angiocardiographie, l'état général, le type de lésion cardiaque joue un grand rôle dans le déclenchement des accidents; dans l'aortographie, les angiopathies cérébrales, les encéphalopathies antérieures, les atteintes rénales anciennes viennent en premier pour expliquer la mortalité. L'A.C.G. est en soi un moyen d'investigation anodin, le danger vient de l'incapacité du grand malade à réagir devant une agression assez peu intense, mais cependant trop forte pour ses faibles moyens de compensation.

Le problème de la dose de rayons reçue au cours d'une A.C.G.

Avec l'appareillage radiologique tel que celui que possède le service du Professeur agrégé Michaud à Lyon, il est possible de prendre de très nombreux clichés en très peu de temps, de telle sorte qu'au cours d'une A.C.G., 15 à 20 poses en face et profil simultanés, c'est-à-dire doubles, peuvent être réalisées. Si 20 poses ont été réalisées, le sujet a donc reçu 40 doses correspondant chacune à l'exposition d'un film.

Il nous a paru intéressant avec L. Dutou de mesurer les doses ainsi distribuées au malade lors d'une angiocardioraphie.

L'appareillage (1) comporte 2 tubes générateurs de rayons X dont les rayons centraux sont perpendiculaires de manière à réaliser des films en face et profil simultanés. Les diaphragmes sont constitués par deux troncs de pyramides faisant localisateurs, de dimensions telles que des films de 35×35 soient impressionnés.

Nous avons utilisé, pour figurer le patient, un fantôme en matière plastique constitué par des plaques transversales d'une épaisseur de 2 cm. dont l'ensemble représente un thorax d'adulte.

L'une des plaques possédant un évidement permet de glisser un dosimètre jusqu'à une zone correspondant au centre du thorax.

Plusieurs séries de mesures ont été pratiquées (voir schéma n° 1).

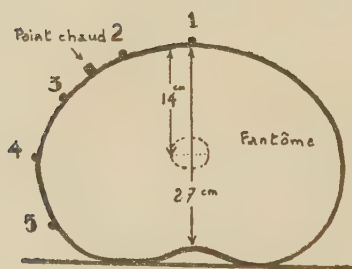
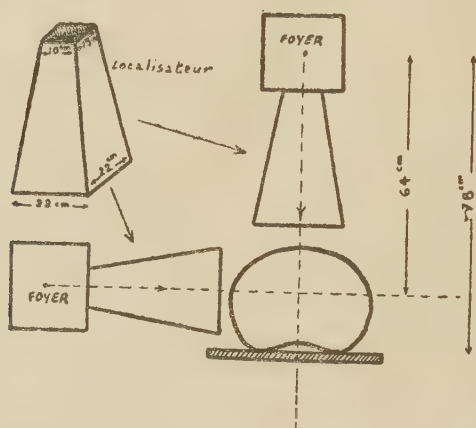
1. — Dosage sur un fantôme.

a) Seul le tube réalisant les « faces » est mis sous tension. Les constantes utilisées sont : 90 KV; 200 ma; 0,06 seconde. Des mesures ont été faites à la peau en des points successifs

(1) De Schönander.

tel que la distance focus-peau augmente progressivement, ces points étant tous situés dans un même plan transversal du thorax et étant équidistants de 7 cm.

Les différentes côtes de l'appareil sont données sur le schéma n° 1.



SCHEMA n° 1

RÉSULTATS :

- point 1 = 1,2 r
- 2 = 1,08 r
- 3 = 0,1 r
- 4 = 0,04 r
- 5 = négligeable

b) Des mesures identiques ont été effectuées, le tube réalisant les profils fonctionnant seul avec : 90 KV; 300 ma; 0,06 seconde.

point 1	= 0,22 r
— 2	= 1,07 r
— 3	= 1,45 r
— 4	= 1,65 r
— 5	= 1,73 r

c) Les 2 tubes ont ensuite fonctionné ensemble avec les constantes signalées plus haut. La dosimétrie a été effectuée en un point que l'on peut admettre comme étant le « point chaud » et situé entre « 2 » et « 3 » à 10 cm. de la ligne médiane du fantôme, sur la peau.

Quatre expositions — doubles — ont été réalisées : 8,8 r ont été enregistrés, soit 2,2 par pose double.

Ainsi après une A.C.G. qui fournit 10 faces et 10 profils, le malade a reçu, au point de sa peau le plus exposé, 22 r.

d) Nous plaçant alors exactement dans les conditions d'une A.C.G. telle qu'elle est réalisée dans le service, le dosimètre étant placé sensiblement dans la même position que dans le paragraphe c), la tension des tubes étant portée à 100 KV, l'ampérage restant respectivement à 200 et 300 ma et le temps de pose à 0,06 seconde; 24 poses ont été réalisées de suite, destinées à fournir 24 faces et 24 profils en quelques secondes. Le dosimètre a alors accusé 64 r, soit 2,7 r par pose double.

e) Toutes conditions par ailleurs égales, le dosimètre est placé au centre du fantôme à 15 cm. de la peau antérieure et latérale. La dose enregistrée est de 7 r pour 24 poses doubles, soit 291 milliroentgen par pose double.

f) Si on place le dosimètre sur la table à 80 cm. des rayons axiaux des 2 tubes, c'est-à-dire dans une zone correspondant à l'emplacement des gonades du malade, on peut enregistrer 0,215 mr par dose simple, soit une dose totale, pour une A.C.G. de 24 poses doubles, de 10,32 mr.

2. — Mesures sur un sujet.

Homme de 1 m. 65, pesant 58,3 kilos.

Le dosimètre est placé à la peau en un point correspondant au point décrit dans le paragraphe c) (point « chaud »).

16 doses doubles (95 KV 200 et 300 ma et 6 centièmes de seconde) donnant 32 films ont fait enregistrer 33 r. Cette dose correspond aux mesures pratiquées sur le fantôme. Par contre, la dose gonade a été trouvée plus faible : 3 mr. pour les 16 poses; l'abdomen et les cuisses faisant vraisemblablement écrans.

En plus de cette dose, si l'A.C.G. est précédée d'un cathétérisme, le sujet reçoit de nombreux r dus à la scopie qui permet de suivre la progression de la sonde. L'irradiation est extrêmement variable contrairement à celle distribuée par la prise des films; elle dépend de la longueur de l'examen et en premier lieu des difficultés de cathétérisation rencontrées. D'après des mesures qui ont été pratiquées à Lyon dans le service du Docteur Michaud, cette dose apportée par la scopie varie entre 15 et 100 r.

Actuellement cette dose est rendue insignifiante par l'emploi d'un amplificateur de brillance (1).

Ces différents résultats troublants par l'importance des chiffres recueillis posent essentiellement deux problèmes; d'abord l'incidence génétique de ces irradiations, et d'autre part l'effet général de ces doses chez l'enfant pour qui une A.C.G., étant donnée sa constitution morphologique, correspond à une véritable semi-télé-irradiation et peut de la sorte avoir une répercussion importante en particulier sur l'hématopoïèse et peut-être sur les gonades qui doivent beaucoup plus recevoir, relativement, que chez l'adulte, la distance thorax-gonades. étant plus réduite (voir : Béraud et Coll.).

(1) Tout récemment, Keith et Rowe, utilisant l'amplificateur de brillance pour l'angiocardigraphie, arrivent à abaisser les doses de produit iodé injecté à 0,3 cc. par kilo de poids, ce qui a un intérêt considérable par la diminution de l'irradiation et surtout du volume injecté.

La dose doublante des mutations, c'est-à-dire la dose capable de faire doubler le nombre de mutations génétiques naturelles, est très variable suivant les auteurs, qui la situent entre 3 et 150 r.

Quoi qu'il en soit, aucun phénomène de type agranulocytaire n'a jamais été noté après une A.C.G.; mais encore faudrait-il rechercher systématiquement les altérations les plus légères; ce qui, à notre connaissance, n'a pas été réalisé.

Un fait est à retenir : avec les doses enregistrées et rapportées ci-dessus, nous sommes dans des limites qui apparaissent, en dépit de nos connaissances peu précises à ce sujet, comme le confin des zones raisonnables.

Conclusions apportées par les données cliniques et expérimentales

Si l'on schématise à l'extrême, l'origine des complications de l'angiocardiographie est double;

Causes mécaniques dues au cathétérisme.

- traumatismes veineux par dénudation et cathétérisme;
- excitation et lésions de l'endocarde pouvant aboutir à des thrombo-embolies endocardiques;
des extra-systoles, un flutter auriculaire ou ventriculaire;
ou même des phénomènes de fibrillation terminaux.

Causes de type toxique, de loin les plus fréquentes.

— Causes locales :

Elles aboutissent à des phénomènes d'irritation au niveau de l'endothélium des troncs veineux, de la circulation pulmonaire de l'endocarde droit, et peut-être dans certains cas de l'endocarde gauche, et de l'endothélium des gros troncs artériels. Cette agression due essentiellement à l'hypertonie des produits injectés détermine des réactions vasculaires spasmodiques particulièrement marquées au niveau du poumon. Cette constriction vasculaire aboutit à un véritable barrage pulmonaire à la circulation, ce qui a pour effet de diminuer considérablement le retour sanguin au cœur gauche et de provoquer par cela une hypotension de la grande circulation. De son côté, la petite circulation hypertendue peut donner lieu à des phénomènes d'œdème pulmonaire.

Cette baisse de la T.A. associée à une diminution de l'hématose par stase sanguine pulmonaire paraît responsable de trou-

bles ischémiques importants dont vont souffrir certains organes particulièrement sensibles comme un cœur surmené ou le tissu cérébral.

Ces phénomènes sont particulièrement redoutables pour tous les cyanotiques et pour ceux chez qui il existe déjà des obstacles à la circulation pulmonaire avec défaillance droite, ou en cas de shunt droit-gauche (dangers cérébraux).

— *Causes générales :*

Les néphropathies, les grandes anaphylaxies et insuffisances hépatiques rendent les sujets qui en souffrent particulièrement sensibles à l'action des produits de contraste déterminant alors des lésions rénales ou œdémateuses parfois redoutables.

Toutes ces agressions mécaniques et toxiques sont d'autant plus mal supportées que l'état du sujet est plus déficient ou que son cœur est plus surmené. Les encéphalopathies préexistantes, l'artériosclérose prédisposent également aux accidents.

Une A.C.G. globale doit être logiquement moins dangereuse qu'une A.C.G. sélective à volume injecté identique, puisque les risques du cathétérisme sont évités et que, d'autre part, le produit opaque arrive moins concentré dans les zones réflexogènes veineuses et cardiaques. Mais les images radiologiques sont parfois moins démonstratives.

Tout à fait à part doit être considérée l'aortographie rétrograde. Son action sur le cœur se fait beaucoup moins sentir que pour une A.C.G.; même lorsque les coronaires sont fortement injectées par le produit (Marion et J. Papillon), sans doute parce qu'il n'y a pas de phénomène pulmonaire associé. Ses risques sont essentiellement cérébraux par action indirecte, mais le cathétérisme aortique apparaît plus dangereux que le cathétérisme veineux (intérêt pour l'aortographie de l'injection au trocart sous hypotension contrôlée (F. Pinet, Gravier).

CHAPITRE V

INCIDENCES PRATIQUES DE CETTE ETUDE

Nous ne discuterons pas ici de l'intérêt de l'angiocardio-graphie, ce n'est pas le but de ce travail. Il est actuellement très grand tant en cardiologie pour déterminer la dynamique et l'anatomie pathologique des cardiopathies que pour faire le diagnostic d'affections médiastinales et pulmonaires (Bonte, Cahen, Castellanos, Chavez, Cournand, De Coster, Donzelot, Dotter, Hanlon, Mannheimer, Moniz, Moura Campos,, Monod, Papillon, Pierron, Rimini, Santy, Sournia, Steinberg, Taylor, Tori, Thoyer, Viallet, Warren, Weiss, Witz; voir en particulier article et bibliographie de Mac Afee (1955) et la Thèse de Cahen P. (1951).

Déterminons à la lumière de notre étude quelles doivent être les *contre-indications* de l'angiocardio-graphie :

— Ce sont tout d'abord celles de toute injection I.V. de produit de contraste :

Certaines sont absolues, ce sont : *l'insuffisance rénale* avec cylindrurie, une P.S.P. très abaissée, une azotémie supérieure à 0,6; des *néphropathies bilatérales* très évoluées (lithiase, hydro-néphrose, tuberculose); les *néphrites aiguës*; les *affections pulmonaires étendues* (tuberculose grave, bronchectasie, silicose sévère), les *insuffisances hépatiques graves*; les *états allergiques confirmés*; *l'épilepsie*; et dans une certaine mesure les sujets prédisposés aux *phlébites*.

Des précautions seront à prendre chez les dystoniques neuro-végétatifs, les sujets présentant un éréthisme cardiaque, l'hyperthyroïdie, les états allergiques légers, et dans ce sens se méfier des malades ayant déjà reçu dans les semaines ou mois précédant une injection de produit de contraste. L'indication et la technique seront également prudentes chez les

porteurs d'une cardiopathie légère, chez les éthyliques et les hyperglycémiques. Ne pas injecter de produit iodé au cours d'un traitement mercuriel, mercure et iode réalisant en se combinant un produit insoluble et toxique.

Se méfier chez les malades présentant des troubles de la crase sanguine favorisant les hémorragies.

Enfin ne pas réaliser d'examen chez une femme en période menstruelle.

— A ces contre-indications d'ordre général, d'autres s'appliquent plus particulièrement à l'A.C.G. :

Les *grands états cyanotiques et dyspnéïques* contre-indiquent formellement l'injection massive de produit de contraste nécessaire pour le genre d'examen qui nous occupe. De même un *gros ventricule droit asystolique et les poumons en état de suppuration ou d'œdème chronique*. Enfin la contre-indication est également absolue pour les sujets dont *l'état général est trop médiocre*, ou dont l'âge est supérieur à 70 ans.

Des extrasystoles fréquentes ou une fibrillation auriculaire doivent déterminer la plus grande prudence et sont pour certains une contre-indication absolue. Il ne faut cependant pas perdre de vue que souvent l'A.C.G. est pratiquée en dépit de ces contre-indications pour la raison fort simple que dans de nombreuses cardiopathies congénitales l'opérabilité ne peut être affirmée ou dirigée que par l'A.C.G., et comme l'intervention représente le seul espoir vital, l'équipe radio-chirurgicale n'a pas le choix si elle veut tenter quelque chose. Cette attitude — qui n'est pas critiquable — explique d'ailleurs parfaitement le pourcentage de mortalité que nous avons vu précédemment. Il est d'ailleurs probable que l'abstention de l'angiocardigraphie aboutirait à un pourcentage de mortalité bien supérieur, les sujets ne pouvant être opérés. L'A.C.G. ne devra être pratiquée, et en particulier chez les malades en mauvais état, que lorsqu'elle est absolument indispensable pour établir une conduite thérapeutique, mais elle peut être tentée, avec la plus grande prudence si elle représente la seule voie qui puisse donner une chance au malade.

1. — Bilan rénal.

Dans tous les cas un bilan sérieux s'impose avant l'examen :

- Une recherche de l'albuminurie et
- un dosage de l'azotémie s'imposent;
- la mesure de l'élimination de la P.S.P. et
- l'examen du culot urinaire devraient être également systématiques.

Une urée sanguine au-dessus de 0,60 contre-indique absolument l'examen; de même une P.S.P. inférieure à 15 % à la 15^e minute et inférieure à 55 % à la 70^e minute (signes certains de l'altération de la fonction rénale). Enfin si l'on se rapporte aux travaux de Josephson, sans aller jusqu'à effectuer systématiquement une épreuve de clearance de l'acide para-amino-hyppurique, une mesure de la créatininémie peut donner une idée assez exacte du potentiel excrétoire des cellules tubulaires qui excréteraient, seules, les produits de contraste.

En pratique, il paraît donc nécessaire de pratiquer au moins :

- une recherche de l'albuminurie;
- un dosage de l'azotémie;
- un dosage de la créatininémie (réaction colorimétrique relativement simple donnant comme doses maxima limites :
13 mg. par 1.000 cc. de plasma chez l'homme
10 mgr. par 1.000 cc. de plasma chez la femme.

Il convient en dernier lieu d'insister sur la nécessité d'être très prudent chez tous les sujets ayant présenté une affection urinaire quelle qu'elle soit, puisque la statistique de Pendergrass montre que des accidents mortels par injection de produits de contraste se sont produits chez des malades dont les antécédants comportaient : prostatisme, tuberculose rénale, pyélonéphrite; hématurie post-traumatique, néphrectomie...

2. — Bilan hépatique.

Il sera réalisé, à l'aide des tests hépatiques classiques dès que l'on soupçonnera un état cirrhotique, ou si l'interrogatoire toujours minutieux révèle un antécédent d'hépatite ou une insuffisance fonctionnelle importante.

3. — Tests iodés.

Certains auteurs leur ôtent tout intérêt. Il est certain que de nombreuses statistiques contiennent des cas mortels pour lesquels ces tests étaient négatifs. Cependant, il paraît extrêmement hasardeux de ne pas les faire, car, comme nous l'avons déjà montré, les accidents sont beaucoup plus nombreux lorsque ces tests sont positifs. Leur négativité, par contre, ne promet pas une A.C.G. sans incident, puisque rarement l'étiopathogénie des accidents est allergique. Le test dit « iodé » — car c'est un test au produit de contraste globalement pris, les sujets réagissant d'ailleurs certainement plus à la molécule de support qu'à l'iode — peut être réalisé de plusieurs manières :

— *Test buccal de Dolan :*

1 à 2 cc. du produit sont déposés sous la langue du sujet. S'il éprouve au bout de quelques minutes une sensation d'engourdissement des lèvres, puis de gonflement de la langue qui peut durer une heure, le test est positif.

— *Test oculaire de Archer et Harris :*

Une goutte du produit est déposée sur la conjonctive. En cas de positivité, une hyperhémie intense et locale se produit. Mais chez les enfants bleus, ce test est difficile à apprécier.

— *Test intradermique de Natermann :*

L'injection intradermique d'une goutte du produit amène dans l'heure en cas de réaction positive, une bulle centrale entourée d'un halo érythémateux. Il y aurait contre-indication à l'A.C.G. si cette bulle a plus d'un centimètre.

— *Test intraveineux de Alyea et Haines :*

C'est le plus couramment pratiqué. L'injection intraveineuse de 1 cc. du produit déclanche en cas de positivité des phénomènes pouvant aller du simple prurit au syndrome d'hypertension intra-cranienne, avec tous les intermédiaires caractéristiques des réactions allergiques : céphalée avec vaso-dilatation de la face, dyspnée avec expectoration muqueuse et encombrement pulmonaire, cyanose, nausées avec parfois vomissements.

Ajoutons que des manifestations anciennes ou actuelles d'allergie respiratoire (asthme, coryza spasmodique), alimentaire (urticaire) ont la valeur d'un test positif.

Dans les cas où l'indication est posée, les résultats du bilan étant par ailleurs satisfaisants, quelles sont les fautes techniques à ne pas commettre ?

— *La prémédication :*

Il paraît important de ne pas prescrire de morphine qui diminue l'hématose pulmonaire, déprime les centres respiratoires et diminue la diurèse. On évitera les barbituriques chez les insuffisants respiratoires. Un ou deux comprimés d'antihistaminique, la veille, et une heure avant l'examen une injection intra-musculaire du produit s'impose dès que plane le moindre soupçon d'allergie. Une injection de 1/4 de mg. d'atropine avant l'examen est à pratiquer chez les dystoniques neuro-végétatifs, elle a de plus l'avantage de diminuer les sécrétions bronchiques (Carnegie). Dans les insuffisances cardiaques, prescrire de la digitaline, ou si l'on craint que le cathétérisme ou l'injection ne provoque des extra-systoles ou des phénomènes majeurs d'irritation cardiaque on donnera de la quinidine ou un produit similaire : procaïnamide (Angélino, Lévi).

Il peut être extrêmement intéressant de faire précéder une A.C.G. d'une administration de largactil qui doit diminuer les réactions de vaso-constriction consécutives au phénomène d'irritation de Tardieu.

— *La conduite de l'examen :*

Les avis sont très partagés sur la nécessité ou les inconvé-

nients de l'anesthésie, beaucoup l'évitent au maximum, mais Loeffler assure que « L'absence d'anesthésie est plus dangereuse que son action dépressive ». Il préconise l'éther et le protoxyde d'azote, combinés. D'autre part, l'évipan et l'éther constitueraient un ensemble diminuant les réflexes vasculaires. Enfin il semble que les barbituriques administrés par voie rectale permettent une oxygénation intensive du sujet pendant l'injection du produit de contraste, ce qui diminuerait les risques d'ischémie.

Lorsque le cathétérisme est pratiqué, il convient de réduire au maximum les doses d'irradiation dues à la scopie tant dans l'intérêt du malade que du praticien. Eviter les examens trop longs, fatigant des malades fragiles. L'E.C.G. doit être suivi pendant toute la durée du cathétérisme, les extra-systoles ne sont pas forcément un incident devant faire suspendre l'examen, la sonde sera légèrement retirée; mais on deviendra prudent et l'apparition d'une tachycardie importante, durable ou d'un flutter contre-indiquent l'injection du produit de contraste et la poursuite du cathétérisme. La T.A. est continuellement surveillée.

Pendant l'injection du produit iodé rien ne se passe, et les incidents ou accidents ne surviennent qu'après ce temps de l'A.C.G. qui ne dure que quelques secondes.

Conduite à tenir devant les accidents survenant au cours d'une A.C.G.

— En cas d'arrêt cardiaque, une injection intra-cardiaque d'adrénaline ou plutôt un massage du cœur après thoracotomie peuvent être tentés.

— Une baisse importante de la tension artérielle doit être combattue avec de l'atropine; des toni-cardiaques (coramine par exemple), jamais avec de l'adrénaline ou de la noradrénaline, ni de l'éphédrine, qui augmentent l'hypertension pulmonaire, favorisent la vaso-constriction et par là augmentent les causes de l'anoxémie. L'oxygénothérapie doit être intensive. De l'hydrocortisone I.V. a traité avec succès un O.A.P. dû à une A.C.G. (Besterman et coll.). Une injection de largactil-phénergan sera également administrée avec profit (Olsson), de même de fortes doses de lobéline.

Il convient d'insister sur la gravité de ces phénomènes d'hypotension souvent fatalement rebelles à toute thérapeutique.

— Si la scène est dominée par un *syndrome respiratoire* avec cyanose, avec une conservation de la T.A., on instituera une oxygénothérapie avec lobéline, toni-cardiaques, saignée abondante (300 à 500 cc.). Si c'est inefficace, on pratique alors une anesthésie au penthotal avec curarisation et mise en respiration contrôlée.

— *Dans les formes nerveuses* on injecte par voie I.V. un mélange type Laborit. Si le syndrome persiste : anesthésie comme dans les formes respiratoires, avec respiration contrôlée.

— Enfin les accidents à *séméiologie allergique* seront traités par les anti-histaminiques de synthèse, les sels d'hydro-cortisone par voie intraveineuse..

En résumé, le traitement curatif comporte essentiellement :

— l'oxygénothérapie;

— la déconnection (largactil, phénergan) (Szutrély G., Ranky L.);

— les toni-cardiaques, les eupnéïques.

Seront proscrits : morphine, adrénaline, éphédrine.

Dans les rares cas d'anurie on agira comme dans les cas de blocage rénal par les sulfamides. Certains auteurs insistent sur l'intérêt de l'hyperhydratation du malade avant et après l'A.C.G. et surtout pour l'aortographie (Morris et coll.). L'irréversibilité fréquente de ces manifestations nous fait insister sur l'intérêt majeur du respect des contre-indications, meilleur « remède » des complications.

CONCLUSIONS

1° L'angio-cardio-pneumographie qui est devenue un examen coutumier des services spécialisés est responsable d'une mortalité que les statistiques fixent autour de 0,47 %. Ce taux a été établi d'après les complications mortelles concernant 13.254 examens dont 1.300 ont été réalisés de 1948 à 1959 dans le service du Professeur Santy, puis du Professeur Agrégé Michaud.

2° L'étiopathogénie de ces accidents paraît découler de troubles anoxémiques dus à une vasoconstriction pulmonaire réflexe provoquée par l'irritation de l'endothélium vasculaire et cardiaque que crée le produit de contraste. Ces effets sont proportionnels à la concentration et au volume du produit injecté.

L'anoxémie et l'hypertension pulmonaire ainsi réalisées sont bien tolérées par un organisme sain. Il n'en est plus de même si le sujet présente une hypertension de la petite circulation ou un état cyanotique chroniques.

3° Les cardiopathies cyanogènes, les défaillances ventriculaires droites se révèlent ainsi particulièrement vulnérables à ces perturbations de la petite circulation et de l'hématose. Les statistiques montrent qu'elles fournissent le plus gros pourcentage des complications graves de l'angiocardigraphie.

Des lésions locales et en particulier cérébrales peuvent également se créer si le produit arrive très concentré au niveau de l'aorte, ce qui est le cas lorsqu'il existe un shunt cardio-vasculaire droit-gauche. Plus rarement il s'agira de lésions rénales irréversibles.

4° La lésion cardiaque peut donc être la principale contre-indication de l'angiocardigraphie suivant l'intensité de la cyanose, de l'insuffisance ventriculaire droite. D'autres contre-indications formelles sont parfois déterminées par les résultats d'un bilan général précis.

5° Il est possible de réduire les risques en diminuant l'anoxémie par une hyper-oxygénation du sujet. Il faut éviter toute prémédication, méthode anesthésique ou tout agent thérapeutique susceptible de réduire l'hématose ou d'augmenter la pression des artères pulmonaires.

Le volume du produit de contraste injecté, utilisé à sa plus forte concentration, ne doit pas dépasser 1 cc. par kilo de poids chez l'adulte, 1,5 cc. chez l'enfant, 2 cc. chez le nourrisson. Les produits triiodés sont les mieux tolérés.

L'angiocardographie sélective apporte des données très précises et peut éclairer un cathétérisme; mais elle ajoute les risques du cathétérisme et notamment de sa durée. Le volume du produit iodé, injecté directement au niveau des cavités cardiaques y arrive non dilué; il doit être réduit le plus possible.

6° L'aortographie accuse un plus fort pourcentage de mortalité qui s'élève à 1,5 % d'après des statistiques portant sur 2.100 aortographies thoraciques.

Les complications parfois cardio-pulmonaires sont plus fréquemment d'ordre cérébral par lésion locale, plus rarement rénales.

Le cathétérisme aortique comporte certains risques et on lui doit quelques décès survenus avant toute injection.

Un bilan précis du malade, un respect des contre-indications, l'utilisation d'un produit peu concentré et l'injection au trocart sous hypotension contrôlée doivent permettre d'abaisser ce taux de mortalité.

7° L'angiocardographie et l'aortographie apportent souvent chez les malades le plus susceptibles de faire des accidents, les renseignements décisifs pour un geste opératoire, seul espoir du malade.

Les données particulièrement précises de ces examens imposent leurs indications.

Vu :

Le Doyen,

H. HERMANN.

Vu :

Le Président de la Thèse,

FROMENT.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 22 Mai 1959

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

A. ALLIX.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBOTT K.H., GAY J.R. et GOODALL R.J. — Clinical complications of cerebral angiography. *Journ. of Neurosurgery, Springfield*, 1952, 3, n° 9, pp. 258-288.
- ABRAMS H. — The hazards of retrograde thoracic aortography. *Radiology* 1957, 68, n° 6, p. 812-824.
- ALBERT F. — Complications de l'aortographie. *Minerva Cardioangiologica Europea* (supplemento), ap. jun. 57, p. 99-102.
- ALBERT F., LEJEUNE-LEDANT G. — A propos des risques de l'aortographie. *Bull. de la Société Internationale de Chirurgie* (Bruxelles), 15 (5-6), oct. 56.
- ALVIN J., GORDON, SIGMUND A., BRAHMS, SAMUEL, MEGIBOWN et MARCY L., SUSSMAN. — An experimental study of the cardiovascular effects of Diodrast. *Amer. Journ. of Roentg.* 1950, 64, pp. 819-830 ; *An. in Radiology* 1951, 57, n° 4, p. 516, et in *J. de Rad. et Electrol.* 1953, 5-6, p. 455.
- ALWALL N., JOHNSON S., TORNBERG A., WERKÖ L. — Acute renal failure following angiography, especially the risks of repeated examination, revealed by eight cases (two deaths). *Acta Chirurgica Scandinavica*, 28 febr. 1955, p. 11-19.
- ALYEA E.P., HAINES C.E. — Sensivity to Diodrast. *J.A.M.A.* 1947, n° 1, p. 135.
- AMEUILLE P., G. RONNEAUX, V. HINAULT, DEGREZ, J.M. LEMOINE. — Remarques sur quelques cas d'artériographie pulmonaire chez l'homme vivant. *Bull. Soc. Méd. Hôp. Paris*, 60, 729-739, 1936.
- AMUNDSEN A.K. et P. MULLER O. — Blood pressure and heart rate during angiocardiology, abdominal aortography and arteriography of the lower extremities. *Acta Radiologica (Stockholm)*, June 1956, p. 452-8.
- ANDERSEN P.T., ANDERSEN I., ELTORM, POULSEN, GLISTURP et PETERSEN. — Angiopneumographie. *Acta Radiologica* 1951, 36, N° 4, p. 257. *An. in Journ. Franç. de Méd. et Chirur. Thoraciques* 1953, 7, N° 3, p. 317.
- ANGELINO P.F., A. ACTIS-DATO and V. LEVI. — Modificazioni elettrocardiografiche durante angiocardigrafia. *Minerva Chir. Torino* 8, 2, 1953.

- ARMBRUSTER J.L., und H.W. HEFKE. — Neo-Iopax : Relationship between degree of reactions and time of intravenous injection. *Amer. J. Roentgenol*, 68, 915, 1952.
- AUBRY Pierre. — Angiographie élargie. Méthode d'opacification vasculaire générale par voie veineuse. *Thèse Médecine*, Alger, 1956.
- AUBRY P., CHEVROT L., VIALLET P., AMARGER J. — Prévention et traitement des accidents au cours de l'injection intraveineuse des produits iodés hydrosolubles. *J. de Radiologie*. T. 39, n° 12, 1958, p. 890.
- AUBANIAC R., SENDRA L., VIALLET P., COMBE P., CHEVROT L. — L'angiopneumocardiographie par voie sous-claviculaire. *Journal de Radiologie et d'Electrologie* 35 : 1-2, 1954, p. 105-7.
- AUBANIAC R., VIALLET P., SENDRA L., COMBE P. et CHEVROT L. (Alger). — L'angiocardiographie par voie sous-clavière, comparaison avec les autres procédés d'injection. *La Presse Médicale*, 29 septembre 1954, p. 1308.
- AUBRY P., CHEVROT L., VIALLET P., AMARGER J. — Prévention et traitements des accidents au cours de l'injection intraveineuse de produits iodés hydrosolubles. *Journal de Radiologie*. T. 39 n° 12, p. 890.
- AXEN O. und J. LIND. — The technic of angiocardiography in children. *Rev. Espan. Pediatr.* 4, 161-171, 1948.
- Table for routine angiocardiography. *J. Amer. Med. Ass.* 143, 540, 1950.
- BABAIAantz L., RIVIER J.L., DESBAILLETS P. et CANDARDJIS G. — L'angiocardiographie. Institut universitaire de radiologie et Clinique médicale de Lausanne. *Radiologia Clinica Sept.* 1956, 25, N° 5, 321.
- BAGGER M. et Coll. — On methods and complications in catheterisation of heart and large vessels with and without contrast. *American Heart Journal* 54 : 5, nov. 1957, p. 766-777.
- BARIETY et CHOUBRAC P. — Considérations pratiques sur l'angiopneumographie. Rapport à la Sté de Pathologie Respiratoire. Séance du 27-6-1953. *Journal Franç. de Méd. et de Chir. Thoraciques*, 1953, T. VII, N° 6, pp. 599-620.
- BARRAN D.A. — Anaesthesia for angiocardiography. *Anaesthesia*, July 1953, p. 191-3.
- BASSET R.C., ROGERS J.S., CHERRY G.R. et GRUZHIT C. — L'effet du moyen de contraste sur la barrière sang-cerveau. *Journal of Neurosurgery*, Springfield 1953, 10, n° 1, pp. 38-47. *An. in Radiology* 1954, 62, n° 1, p. 126.
- BAUER E.O. — Zur Vermeidung des Angiospasmus bei der Arteriographie durch Kontrastmittel infusion. Ein Beitrag zur Vasomotorik der Hirngefäße. *Nervenarzt* 27 : 8, 20 aug. 56, p. 340-5.

- BAZYL, REBOUL H. et RACINE M. — A propos des incidents et accidents de l'artériographie. Statistique intégrale. *Sté Nat. de Chirur.* Séance du 16 janvier 1935 ; *Bul. et Mém. de la Sté Nat. de Chirur.* 1935, 61, n° 2, p. 39.
- BAZYL L., REBOUL H. et RACINE M. — Précisions sur les solutions de contraste et les facteurs mécaniques utilisés pour l'artériographie. *Société Nationale de Chirurgie*, séance du 6 février 1935 ; *Bulletin et Mémoires de la Soc. Nat. de Chirur.* 1935, 61, n° 5, pp. 198-201.
- BERAUD, CARON, MOREL et BASTIDE. — Le danger hématologique de certains examens radiologiques répétés chez l'enfant. *Pédiatrie*, 13, 1958, p. 277.
- BESTERMAN E.M., LEONARD J.C., WOOD P. — Pulmonary œdema due to angiocardiology ; treatment with I.V. hydrocortisone. *British Medical Journal* n° 4.994, sept. 1956, p. 695-6.
- BETOU LIERES P., PELISSIER M., MIMRAN R. — L'aortographie rétrograde par voie fémorale percutanée. *Presse Médicale*, 25-12-57, p. 2159-62.
- BIESSY. — De l'exploration radiologique des anévrysmes de l'aorte thoracique et du tronc brachio-céphalique. *Thèse Lyon*, 1954-1955, N° 12.
- BING R.J. — The Physiology of congenital heart disease. *Nelson New Loose Medicine*, V, New-York, 1949.
- BLOOR M., WRENN R. et MARGOLIS G. — Action du Iodopyracet (Diodrast) intracarotidien sur la circulation sanguine cérébrale. *Arch. of Neurol. and Psych.*, Chicago 71, 3 mars 1954, pp. 358-361.
- BLOOR M., WRENN R. et MARGOLIS G. — An experimental evaluation of certain contrast medium used for cerebral angiography. *Journ. Neurosurgery* 1951, 8, pp. 585-594 ; *An. in Revue Neurologique* 1951, 85, n° 6, p. 586 ; *An. in Radiology* 1952, 59, n° 3, p. 446.
- BÖHME W. — Bewegungsstudien mit Hilfe moderner Röntgenverfahren an Herz und Kreislauf. Physiologisch und tierexperiment. Teil mit röntgenkinematographischen Demonstration. *Fortschr. Röntgenstr.* 61, 57, 1940.
- BOLZE O. — Angiocardiographie dans l'exploration du médiastin. *Mémoire du C.E.S. d'Electro-Radiologie*, Lyon, 1956.
- BONARD E.C. — Choc au cours d'une U.I.V. ; effets de la Noradrénaline. *Revue Médicale de la Suisse Romande*, août 1955, p. 723-7.
- BONTE G., CARON J., PAUCHANT M., SPY E. — Examen de l'aorte médiastinale par les agents de contraste (aortographie thoracique). *Journ. Radiol.* T. 38, 1957, p. 469.
- BOURDONCLE Y. et TRAMIER G. — De quelques incidents observés à la suite de l'injection de diiodopyridone acétate de diéthanolamine en radiologie vasculaire. 5° Coll. Ann. Filia. Marseille Sté Derm. Syphil. 15, 16, 17-10-1954. *An. in Presse Médicale* 1955, 63, n° 6, 105.

- BOURGEOIS Pierre, VIC-DUPONT, CASSAN, ROY et Mlle BRIEN. — L'angiopneumographie en protique pneumologique courante. *Sté Méd. des Hôpitaux*. Séance du 23 juin 1950, p. 1275 ; *An. in Semaine des Hôpitaux*, 10-7-1950, 26, N° 51, p. 2498.
- BREDA R. — Injecteur automatique pour angiocardigraphie. *Arch. Mal. Cœur et Vaisseaux*, 352, 1953.
- BROCKLEBANK J.A. — Angiocardigraphy, applied to congenital heart disease : observations on the radiology and technique. *Brit. J. Radiol.*, 21 : 393, 1948.
- BROMAN T., FORSSMAN B. et OLSSON O. — Further experimental investigations of injuries from contrast media in cerebral angiography : summation of various injurious factors. *Acta Radiologica* 1950, 34, pp. 135-143.
An. in Semaine des Hôpitaux 1951, 27, n° 12, p. 532.
- BROMAN T. et OLSON O. — The Tolerance of cerebral blood vessels to a contrast medium of the diodrast group. An experimental study of the blood-brain barrier. *Acta Radiol.* 30, 325, 1948.
- BROMAN Tore et OLSSON Olle. — Experimental study of contrast media for cerebral angiography with reference to possible injurious effects on the cerebral blood vessels. *Acta Radiologica* 1949, 31, n° 4, p. 321-334.
- BRODEN B., G. JONSSON und J. KARNELL. — Thoracic aortography. Observation on technical problems connected with the method and various risks involved in its use. *Acta Radiol.*, Stockolm 32, 498, 1949.
- BRODEN B. — On the technique in thoracic aortography. *Résumé Premier Congrès Intern. Cardiol.* Baillière, édit. Paris, 1950, p. 148.
- BUCHS S., FROMMHERZ G. — Die technischen Apparaturen der Angiocardigraphie, ihre indikationen und Kontraindikationen. *Schweiz. Méd. Wschr.* 80, 347, 1951.
- BULGARELLI R. — I disturbi ed i rischi dell'angiopneumocardiografia e del cateterismo cardiaco; sulla base della esperienza personale e a proposito di due gravi casi di sincope dopo angiopneumografia e dopo aortografia toracica mediante cateterismo. *Minerva Pediatrica* 6, 19, 15-10-1954, p. 745-763.
- BULGARELLI R. — Studio elettrocardiografico in bambini non cardiopatici sottoposti ad angiopneumografia. *Minerva Pediatrica* 31-10-54, p. 790-94.
- BULGARELLI R. — L'angiopneumografia. *Edizione Minerva Medica*, 1952, 112 p. 45 fig. 1.000 lire; *An. in Sem. des Hôp.*, 30-10-1952, 28, N° 80, p. 3265.
- BURFORD T.H., und M.J., CARSON. — Visualization of the aorta and the branches by retroarterial diodrast injection. *J. Pediatr. S. Louis*, 33, 675-687, 1948.

- CAHEN P. — Angiocardiographie et cathétérisme cardiaque. Etude critique de leur apport au diagnostic des cardiopathies congénitales. *Thèse* Lyon, 1951.
- CAHEN P. — Etude critique de l'apport de l'angiocardiographie et du cathétérisme cardiaque au diagnostic des cardiopathies congénitales. *Arch. Mal. Cœur*, Paris 44, 650, 1951.
- CAHEN, P. MOURA CAMPOS, C. et PUIGBO J.J. — Etude comparative des angiocardiogrammes selon la voie d'injection de substance opaque. *Résumés Premier Congrès Intern. Cardiol.*, J.B. Baillière éd. Paris, 1950, p. 147.
- CAMPBELL et HILLS. . . *British Heart Journal* 12, 65, 1950.
- CAMPI L. et ABEATICI S. — Lesioni istologiche delle pareti arteriose determinate da prodotti organo-jodati usati in arteriografia ; ricerche sperimentali. *Radiol. Med. Tor.* 1949, 25, n° 9, pp. 715-723. *An. in Journ. de Radiol. et Elect.* 1951, 32, n° 7-8, p. 696.
- CARNEGIE M. — Angiocardiography in congenital heart disease. Anaesthesia and technique. *Brit. Med. J.* 1230, 1951.
- CARON J. — Les accidents de l'aortographie. *Annales de Radiologie*. Vol. 1, n° 3-4, 1958.
- CASTANO M. — Nouvelle méthode d'angiographie. Etude de la grande circulation par voie intraveineuse. *J. de Rad. et d'Electr.* 1955, 36, 11-12, 929.
- CASTELLANOS A. — A critical analysis of the practical value of the angiocardiography and retrograde aortography. *Rev. Cub. Pediat.* 22 : 20, 1950.
- CASTELLANOS A., GARCIA O. et PEREIRAS R. — L'angiocardiographie à Cuba. *Revista Cubana de Pediatria*, La Havane 24 : 3 (Mars 1952), 123, 183; 24 : 4 (Avr. 1952), 193, 255.
- CASTELLANOS A., PEREZ de LOS REYES R. et GARCIA A. — Estudio comparativo, entre los exámenes angiocardiograficos y los hallazgos necropsicos. *Rev. Cubana de Cardiol.* 8 : 29, 1947.
- CASTELLANOS A., PEREIRAS R. et MONTERO R. — Ingurgitacion permanente de la yugular externa izquierda en el niño. La angiocardiografia en los síndromes mediastinales. *Arch. Med. Int.* 3 : 459, 1937.
- CASTELLANOS A. und R. PEREIRAS. — Counter current aortography. *Rev. Cubana Cardiol.*, 3, 1940.
- CASTELLANOS A. et PEREIRAS R. — Retrograde of counter-current aortography. *Am. J. Roentg.* 63 : 559, 1950.
- CASTELLANOS A. — *Arch. de Médecine infantile*, 15, 78, 1946.
- CHAVEZ I., DORBECKER N. et CELIS A. — Direct Intracardiac angiocardiography. Its diagnostic value. *Am. Heart J.* 33 : 560, 1947 et *Anal. in Pr. Méd.* 3-3-1948, p. 163.
- CHAVEZ J., DORBECKER N., CELLIS A. — Valor diagnóstico de los Angiocardiogramas obtenidos por inyección directa intracardia a través de una sonda. *Arch. Inst. Cardiol. Mexico* 17, 121, 1947.

- CHOU S.N., FRENCH L.A., PEYTON W.T. — Cerebral complications following angiocardiology. *Amer. Journal of Röntgenology*, 73-2, feb. 1955.
- CHOUBRAC P. et ACAR J. — Les notions récentes sur l'exploration vasculaire en pneumologie. *Rev. du Praticien* 1956, 6, 3, 241-253.
- CHOUBRAC P. — L'angiopneumographie. Technique et résultats. *Gazette Médicale de France*, janv. 1953, p. 93-8.
- CONTIADES, UNGAR et NAULEAU. — Action vasomotrice et dangers des produits de contraste en artériographie. Recherches expérimentales et résultats cliniques. *Bull. Sté. Nat. Chirur.* 1935, 61, n° 5, 187-198.
- CONTIADES X.J., UNGAR G. et NAULLEAU J. — Recherches expérimentales sur l'action vasculaire des produits de contraste utilisés en artériographie. Application à l'interprétation et à la prévision des accidents de l'artériographie. *La Presse Médicale* 1935, 43, n° 84, pp. 1630-1634.
- COTRIM E.S. — Cardiac, blood pressure and respiratory effects of some contrast medio the dangers of overdosage. *Acta Radiol. Suppl.* 1954, 116, 58-74.
- COURNAND A. — Discussion of « Angiocardiology and aortography in the diagnosis of congenital cardiovascular lesions ». 29th Ann. Meet of the Am. Ass. for Thoracic Surg.; J. Thor. Surg. 18 : 892, 1949.
- COURNAND A., BING R., DEXTER L., DOTTER Ch., KATZ L.N., WARREN J.V., WOOD E.H. — Report of commitee on cardiac catheterisation and angiocardiology of the American heart Association. *Circulation* : 7, 769, 1953.
- CUOCOLO R., CONFORTI P. — Importanza dell'anestesia in alcuni tipi di angiografie. *Rassegna Internazionale di Clinica e Terapia*, 15-10-1957, p. 869-876.
- CURTILLET E. — L'embolie gazeuse artérielle. *J. Chir.* 53, 461-482, 1939.
- DAVINI V. — Sulle complicazioni da artériografia cerebral conmezzi di contrasto iodici Sistema Nervoso (Milano), janv.-fév. 1953, p. 1-13.
- DE COSTER A. — L'angiopneumographie. Applications pratiques. *Acta Card.* Bruxelles, 9 (4), 1954, p. 424-44.
- DEGOY A. — L'angiopneumographie dans les affections de l'appareil respiratoire chez l'enfant. *Thèse Médic.* Toulouse, 1955.
- DE GROOT J.W.C. — *Angiocardiology*. — Edit. : Keesing, Amsterdam 1950.
- DESPLAS B. et REBOUL H. — Accidents de l'artériographie. *Sté Nat. de Chirur.*, Séance du 9 janvier 1935; *Bull. et Mém. de la Sté Nat. de Chir.* 1935, 61, n° 1, pp. 10-16.

- DICKERSON R.B. — Performance of angiocardiology and cardiac catheterization as a combined procedure. *American heart Journal* 47 : 1, janv. 54, p. 252-269.
- DIGUGLIEMMO L. — BALDRIGHI V.A. — Arteriografia delle coronarie, osservazioni sull'anatomia, sulla fisiologia, e sulla patologia sperimentale nel cane vivante. *Minerva Medica*, 30 mai 1956, p. 1637-56.
- DIMOND E.G., GONLUBOL F. — Death following angiocardiology : report of two cases after administration of Diodrast and Neolopax, respectively. *New England Jour. of Med., Boston*, 1953, 248, p. 1029; *An. in the Journ. of the Americ. Med. Association* 1954, 154, p. 1132.
- DONZELOT G., HEIM de BALSAC R., DURAND M., ESCALLE J.E., METIANU C., PREAUX L. — Importance du bilan rénal avant et après l'angiocardiology. *Arch. des Mal. du Cœur et des Vais.*, 5, mai 1950, p. 410-414.
- DONZELOT E., A.M. EMAN-ZADE, R. HEIM DE BALSAC, J.E. ESCALLE und H. ANTOINE. — L'angiocardiology dans les cardiopathies congénitales (technique et résultats obtenus dans 74 cas). *Arch. Mal. Cœur*, Paris 42, 25, 1949.
- DONZELOT E., EMAN-ZADE A., HEIM DE BALSAC R., ESCALLE J. et ANTOINE M. — L'angiocardiology dans les cardiopathies congénitales. Interprétation valeur, indications. *Sem. Hôpitaux* N° 54, 2309, 1949.
- DOTTER C.T. — The technic of angiocardiology. *Medical Radiography and Photography*. (Rochester N.Y.). 1954, p. 68-79.
- DOTTER C.T. — New radiographic contrast agents and antiquated scientific reporting. *Radiology*. 66 : 5 may 1956, p. 762-3.
- DOTTER C.T., M.D. et JACKSON F.S., M.R.C.P. — Death following angiocardiology. *Radiology* 1950, 54, n° 4, pp. 527-534. *An. in Archivives des Maladies du Cœur* 1952, 44, n° 12, p. 1149.
- DOTTER C. et STEINBERG I. — Clinical angiocardiology : a critical analysis of the indications and findings. *Ann. Int. Méd.* 30 : 1104, 1949.
- DOTTER C.G., STEINBERG L. — Angiocardiology. *Circulation*, New-York, 4 : 1 (juil. 1951), pp. 123-138 ; *An. in Am. J. of Roentg.* Avr. 1952, 67, N° 4, p. 685.
- DOTTER, STEINBERG et WETCHLER. — Etude des réactions immédiates en rapport avec les divers produits utilisés dans l'angiocardiology. *Radiology* 1953, 60, n° 5, pp. 691-700 ; *An. in Journ. de Radiol. et Elect.* 1954, 35, n° 3-4, p. 335.
- DOTTER Ch.T., M.S. WETCHLER und I. STEINBERG. — Contrast substances for angiocardiology study of side affects. *Radiol.* 60, 691, 1953.
- DREWES J. — *Chirurg.* 24, 201, 1953.
- J. DREWES und S. EFFERT. — Der Katheterismus des rechten Herzens. Technik, Zwischenfälle, Indikation. *Munch. Méd. Wschr.* 801; 1952.

- DUNCALF D., THOMPSON P.W. — Aneesthesia for cardio-vascular and neuro-surgical radiological investigation. *British Journal of Aneesthesia*. Oct. 1956, p. 450-8.
- DUPUIS C. — Intérêt de l'Angiocardiographie sélective dans le diagnostic des cardiopathies congénitales. *Thèse Lille*, 1958.
- DURAND M. — Angiocardiographie : technique et indications. *Gaz. Méd. France*, 56, 91-96, 1949.
- DURAND M., PIEQUET J. — Qu'est-ce que l'angiocardiographie ? Technique et intérêt de la méthode. *Sem. des Hôpitaux de Paris*, 20-10-53, p. 3213-3220.
- ECKSTRÖM G. und A.G. LINDGREN. — Cerebral injuries after arteriography of the brain with thorotrast. *Acta Chirg. Scand.* 82, 291, 1939.
- EDLING N.P., HELANDER C.G. — On renal damage due to aortography and its prevention by renal tests, with report of two cases of severe renal damage. *Acta Radiologica* (Stockholm), 47-6, June 1957, p. 473-480.
- ELLIS E., ESSEX H. et EDWARDS J. — Lesions of the heart in dogs, following cardiac catheterization. *Proc. Staff Meet. Mayo Clin.* 25 : 73-79, 1950.
- ELSON K.A., BOTT P.A., LAUDIS E.M. — Simultaneous excretion of creatinine and certain organic compounds of iodine. *Proc. Soc. Exper. Biol. et Med.* 32, 77, 1934.
- EPISCOPO U. — Observations on arrhythmias during catheterization of the heart in man. *Acta Card. Bruxelles* 7, 618, 1952.
- EULER H.E. — Die perösophageale Aortenpunktion, ihre diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten. *Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. hk.* 52, p. 536-566, 1949.
- FELTEN H. — Kontrastmittelreaktionen bei der angiographie. *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* (vereinigt mit Röntgenpraxis) (Stuttgart), mai 1954, p. 575-80.
- FINBY N., POKER N., EVANS J.A. — Ninety per cent hypaque for rapid I.V. roentgenography. *Radiology*. Aug. 56, p. 244-6.
- FLOM R.S., MACLEAN L.D., LEWIS F.J. — A comparison of the toxicity of various agents used in coronary arteriography. *Journal Lancet* (Minneapolis), nov. 1957, p. 431-3.
- FOA P.P., FOA N.L. — A simple method for determining effective renal blood and tubular excretory mass in man. *Proc. Soc. Exper. Biol. et Med.* 51, 375, 1942.
- FORMIJNE P. — A method for the percutaneous introduction of venous catheter. *Am. Heart J.* 39 : 111, 1950.
- FRANCHEBOIS P. — Les thromboses latentes après artériographie. *Sem. des Hôpitaux*, 11-1955, 31, n° 11, C. 682-C. 688.

- FROVIG A.G., KOPPANG K. — Cérébral complications following percutaneous carotid angiography with contrast media of the diodrast group. *Acta Psychiatrica et Neurologica Scandinavia*, 28 : 3-4, 1953, p. 339-350.
- GASUL B.M., WEISS H., FEIL E.H., DILLON R.F., FISHER D.L., MARIENFELD C.J. — *A.M.A. Am. J. Dis. Child.* 85, 404, 1953.
- GIACOBINI et MARCOZZI G. — Une nouvelle technique angiocardio-graphique (le cathétérisme cardiaque par sonde ouvrable dans la cavité). *Annali Italiani di Chirurgia*, Bologne 29 : 1 (janv. 1952), p. 9-17.
- GIACOBINI E., M. SIMONETTI und M. TOMISELLI. — Technica angiocardigrafia. Nostri risultati, pneumomediastino posteriore associato ad angiocardigrafia per la studio del mediastino. *Aggiorn. Pediatr.*, Roma 5, 1950.
- GIBSON J.B. — Anesthesia for cardiac catheterization and angiocardiology. *Anesthesia*, Oct. 1953, p. 269-274.
- GOLDMAN R., BLOUNT S., FRIEDLICH A. et BING R.J. — Electrocardiographic observations during cardiac catheterization. *Bull. Johns Hopkins Hosp.* 86 : 141, 1950.
- GOMEZ del CAMPO C. et MENESES HOYOS J. — Angiografia de la aorta después de puncionar directamente la aorta en el cayado; *Memorias II Congr. Interam. Cardiol. Inst. Card. Mexico*, édit. 1948, p. 570-579.
- GOODWIN J.F., STEINER R.E., MOUNSEY J.P.D., Mac GREGOR A.G., WAYNE E.J. — *Brit. J. Radiol.* 26, 161, 1953.
- GOODWIN J.F., R. STEINER und E.J. WAYNE. — Fatality following cardiac catheterization injury. *Brit. Heart. J.* 15, 330, 1953.
- GORDON A.J., S.A. BRAHMS, S. MEGIBOW und M.L. SUSSMAN. — An experimental study of the cardiovascular effects of diodrast. *Amer. J. Roentgenol.* 64, 819-830, 1950.
- GOTTLOB R. — Experimental investigations of local injuries caused by contrast media in aortography. *Minerva Cardioangiologica Europea* (supplemento). 3 : 2 april-june 1957, p. 83-6.
- GRAEVE K. — Zur technik der angiokardiographie : direktes Aug-nakmeverfahren in Gross format, gleichzeitig in zwei Ebenen. *Fortsch. Röntgenstrahl*, 85 (6), déc. 1956, p. 754-8.
- GRAF M. — Intolérance for Diodrast. *Polska Gaz. Lek.* 1938, 17, 589.
- GYLLENSWARD A., HOLMDAHL M.H. — Cardiac arrest in angiocardiology with reference to a case with recovery after heart massage. *Nordisk Medicin* 7 jan. 1955, p. 317-9.
- HANLON R. — Discussion of Angiocardiology and aortography in the diagnosis of congenital cardiovascular lesions. *J. Thor. Surg.* 18 : 896, 1949.

- HASSE H.M., LINKER G., DEMBOWSKI U., REES P. — Klinische und experimentelle Untersuchungen mit neuen Kontrastmitteln in der Angiographie. *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*. Aug. 1958, p. 187-93.
- HEBERT J., SCEBAT L., LENEGRE J. — Incidents et accidents du cathétérisme du cœur droit. *Arch. des Maladies du Cœur et des Vaisseaux*. Avril 1953, n° 4, p. 325.
- HEDGES T.R. Jr, WALS F.B. — Optic nerve sheath and sub-hyaloid hemorrhage as a complication of angiocardiology. *A.M.A. Archives of Ophthalmology* 54-3, sept. 55, p. 425-7.
- HELMSWORTH J.A., J. McGUIRE, und B. FELSON. — Arteriography on the aorta and its branches by means of the polyethylene catheter. *Amer. J. Roentgenol.* 64, 196, 1950.
- HILL I.M. — A method of angiocardiology. *British Journal of Surgery*. March 1953, p. 471-2.
- HILLS Th. — Mechanical and physical problems of angiocardiology. *Brit. J. Radiol.*, 23, 269, 1950.
- HOCHBERG L.H., SMITH D.C. et DOTTER C.T. — Technic of angiocardiology. *X-ray Technician*, 20 : 331-335, 1949.
- HOLLENDER L., WITZ J., SCHMIDT C., WELSCH R. — Considérations techniques à propos de l'angiocardiology. *Soc. de Méd. de Strasbourg*, 25-6-49, in *Strasbourg Médical*, 109^e Année, 31, 32, 33, Nov. 1949, p. 350-363.
- HOLUB K. — Die Indikation zur Arteriographie der Hirngefäße im Hinblick auf die Möglichkeit eine Gefährdung des Patienten. *Zentralblatt für Neurochirurgie*, 13 : 6, 1953.
- HORGER E.L., Ch.-T. DOTTER und I. STEINBERG. — Electrocardiographic changes during angiocardiology. *Amer. Heart J.*, 41, 651-655, 1951.
- HOULLEMARE B. — Pharmacologie. Action des anesthésiques sur les centres respiratoires. *Gazette Médicale de France*, 1-3-1958, p. 401.
- HOUSSAY H.E., F.W HAYNES und L. DEXTER. — Pulmonary infarction from cardiac catheterization. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.* N.Y., 79, 444, 1952.
- HOWARTH S., J. McMICHAEL und E.P. SHARPEY-SCHAEFER. — Blood pressure changes during angiocardiology. *Brit. Med. J.* 2, 1090-1091, 1950.
- INGVAR D.H. — E.E.G. during cerebral angiography. *Acta Radiologica* 47, 1957, p. 181.
- JANIN P. — Valeur et place de l'angiocardiology dans les malformations pulmonaires. *Thèse Lyon* 1958.
- JANKER R. — Apparatur und Technik der Roentgenkinematographie zur Darstellung der Herzinnenräume und der grossen Gefäße. Angiocardiologykinematographie. *Fortschr. Roentgenstrahl.* 72, 1950, u. 513.

- JOHNSON A.L. — Combined use of angiocardiology and cardiac catheterisation in the diagnosis of congenital anomalies of the cardiovascular system. *Pediatrics* 2, 643-651, 1948.
- JONSON G., BRODEN B., KARNEL J. — *Acta Radiologica* 40, 547, 1953.
- JOSEPHSON B. — Examination of Diodrast clearance and tubular excretion capacity in man by means of two single injections of Diodrast. *Acta Medica Scandinavica* 128, 515, 1947.
- JOSEPHSON B. — The mechanism of the excretion of renal contrast substances. *Acta Radiol. Stockolm*, 38, 229-306, 1952.
- KEITH J.D., ROWE R.D., VLAD P. — *Heart disease in infancy childhood*. New-York 1958, MacMillon Cy.
- KELLY T.J. — The technician and angiocardiology. *X-ray Technician*, 26 : 1 july 1954.
- KINNEY T., HAYNES F. et DEXTER I. — Experimental production of pulmonary embolism by the use of a venous catheter. *J. Lab. et Clin. Med.* 30 : 1013, 1945.
- KIRSTEIN L., JONSSON G., KARNELL J., PHILIPSON J. — E.E.G. after angiocardiology. *Acta Radiologica* 47, 1957, p. 169.
- KJELLBERG S.R. — *Seventh Intern. Congress of Radiology* 1953, Abstract of Papers p. 55.
- KLOSS K. et RADLINGER C. — Lésions produites par les substances de contraste après artériographie transcutanée. *Wiener klinische Wochenschrift*, Vienne 1950, 62, n° 49, p. 909.
- An. in Semaine des Hôpitaux* 1951, 27, n° 35, p. 1551.
- KOSSMANN Ch.E., A.R. BERGER, S.A. BRILLER, B. RADER, und J. BRUMLIK. — Anomalous atrioventricular excitation produced by catheterization of the normal human heart. *Circulation* 1, 902, 1950.
- LACQUET und S. MASY. — Angiocardiology. *J. Belg. Radiol.* 3104, 274-284, 1948.
- LANCET. — Cardiac catheterization. *Lancet* 6398, 549, 1946, Leitartikel.
- LAPEYRE N.C., CAMPO A. et CARABANOLA P. — Les dangers des injections intra-artérielles. *Montpellier Médical* 1951, 94, n° 39-40.
- LENEGRE J., MAURICE P., COBLENTZ B. et SCEBAT R. — Le cathétérisme veineux des cavités droites du cœur chez l'homme. *Arch. Mal. Cœur*, 42 : 978, 1949.
- LI CASTRI PATTI L. — Considerazioni diagnostiche e relievi di tecnica sull'angiocardigrafia. *Sicilia Sanitaria*, 15 nov. 1953, p. 809-827.
- LIMON R., RUBIO V. et BOUCHARD F. — Cateterización de las cavidades izquierdas en el hombre. Registro simultáneo de trazos de presión y de electrocardiograma intracavitarios. *Arch. Inst. Cardiol. Mexico*, 20 : 271-285, 1950.

- LINDBOM A. — Arterial spasm caused by puncture and cathéterization. *Acta Radiologica* 47, 1957, p. 449.
- LÖFFLER L. — Meine methode des Kontrastfüllung des Herzens und der Lungengefäße am lebenden Menschen. *Vortrag : Tagung d. Europ. Sektion*, Turin, Juni 1954.
- LOFFLER L. — Die arteriographie der Lunge und die Kontrastdarstellung der Herzhöhlen am lebenden Menschen. *Veb Georg Thieme*, Leipzig.
- LÖFFLER L., und H. ROTH. — Die Entwicklung und Bedeutung des Herzkatherismus und der Kontrastdarstellung von Herzhöhlen und Lungengefäßen am lebenden Menschen. *Munch. Med. Wschr.* 96, 417-421, 1954. *An. in Sem. des Hôp.* 1954, 30, N° 60, p. 3.389.
- LÖFFLER L. und H. ROTH. — Die Bedeutung der Narkose für die Kontrastfüllung des Herzens und der Lungengefäße. *Anaesthetist* 3, 118-120, 1954.
- Mac AFEE J.G. — Angiocardiography and thoracic aortography in congenital cardiovascular lesions. *The Amer. J. of Medical Sciences* 229, 1955, p. 549.
- Mac FALL R.A., ANDREW M., DOWDY M.D., O'LOUGHLIN. — Reactions of the heart to selective angiocardiography. *American J. of Roetgenology*, sept. 1958.
- Mc MICHAEL J. und J.P.D. MOUNSEY. — A complication following coronary sinus and cardiac vein catheterization in man. *Brit. Heart J.* 13, 397, 1951.
- MANNHEIMER E., LANDTMAN B. et MELIN K.A. — Les complications de l'angiocardiographie et du cathétérisme cardiaque. *Cardiologia* 1951, 19, n° 6, pp. 333-359. *An. in Journ. de Chirur.* 1952, 68, n° 11, p. 746.
- MANNHEIMER E. — De l'importance de l'angiocardiographie dans le diagnostic des affections congénitales du cœur. *Cardiologia* 15 : 137, 1949-50.
- MARION P., PAPILLON J. — Aortographie rétrograde intra-carotidienne : application à l'étude de l'artériographie des coronaires. *Presse Médicale* 25 déc. 1950, p. 1477.
- MELIN K.A. — Etudes électroencéphalographiques après les examens radiologiques avec un produit concentré. *Sté d'Elect. Radiol.*, Bruxelles, Séances des 13-14 juin 1952. *Revue Neurologique* 1952, 87, n° 2, p. 214.
- MELIN K.A. — Electroencéphalographische Untersuchungen an angiocardiographierten Patienten. *Zschr. Kinderhk.* 71, 301-306, 1952.
- MENEGHINI P., PAVERO A. — Sulla profilassi delle complicate postangiografiche. *Archivio E Moragliano di Patologia et Clinica* (Genova), juin 1955.
- MICHEL J., A.D. JOHNSON, W.C. BRIGES, J.H. LEHMANN, F. GRAY, L. FIELD und D.M. GREEN. — Arrhythmias during intra-cardiac catheterization. *Circulation* 2, 240, 1950.

- MILLER G. et Al. — Renal complications from aortography. *Surgery* 1954, 35, pp. 885-896.
- MONITZ E., L. de CARVALHO und A. LIMA. — La visibilité des vaisseaux pulmonaires aux rayons X par injection, dans l'oreillette droite de fortes solutions d'iodure de sodium. *Bull. Acad. Méd.* 105, 1-4, 1931, p. 627.
- MONIZ E., und A. LIMA. — L'angiocardiopneumographie et son application dans la tuberculose pulmonaire. *Presse Méd.*, 40, 1098, 1932.
- MONOD O. — La place de l'angiographie en pneumologie. *La France Médicale* N° 4, avril 1950, p. 6-8.
- MONOD O. et KATEB E. — L'angiographie en pneumologie. *Paris Médical*, 24-3-1951, 41, N° 12, p. 169.
- MORRIS G.C. Jr, CRAWFORD E.S., BEALL A.C. Jr, MOYER J.H. — Hyperhydration, a method of decreasing nephrotoxic effects of Urokon as employed in aortography. *Surgical Forum; Clinical Congress of the American College of Surgeons* (Philadelphia), p. 319-322.
- MOUQUIN M., DURAND M. et HATT P.Y. — Etat actuel de l'angiocardigraphie. *Presse Méd.* 13 janv. 1951, 59, N° 2, p. 29.
- MOUQUIN M., DURAND M. et HATT P.Y. — L'angiocardigraphie. *Arch. des Mal. du Cœur et des Vaisseaux*, 42° A. N° 10, oct. 1949, pp. 1020-1046.
- MOUQUIN M., M. DURAND, P.Y. HATT und J. PIEQUET. — Technic of angiocardigraphy, 11, The patient. *Sem. des Hôp. Paris*, 25, 1801-1803, 1949.
- MOUQUIN M., DURAND M. et HATT P.Y. — L'exploration angiographique des vaisseaux pulmonaires. Cardiopathies exceptées. Etat actuel de la question. *Le Bull. Méd.* 1-4-1952, 66, N° 7, p. 133.
- MOURA CAMPOS F., C. DORBECKER N. CAHEN P. et PUIGBO J. — La angiocardigrafia en el diagnostico de la persistencia del conducto arterioso Valor del metodo con sonda intracardiaca. *Résumés Premier Congrès Intern. Cardiol.* J.B. Baillière, Edit. Paris, 1950, p. 146.
- MUDD J.G., WONG J.C., WYATT J.P., HANLON C.R. — An experimental study of toxic factors in angiocardigraphy. *Surgical Forum: Clinical Congress of the Amer. College of Surgeons*, vol. 6, 1955-6, p. 262-65.
- NAHAS G.G., CASTANO M., ECOIFFIER J., ROUANET J. — Influence de l'injection rapide de substance de contraste sur le système vasculaire du chien anesthésié. *Presse Médicale*, 20-8-1955, p. 1155-7.
- NATERMAN H.L., ROBINS S.A. — Cutaneous test with Diodrast to predict allergic systemic reactions from. Diodrast given intra-venously. *J.A.M.A.* 119, 491, 1942.

- NORDENSTROM B. — Intracardiac pressures changes with rapid fluid injection into the right heart. *Acta Radiologica Scandinavica* 47 : 1 febr. 1957, p. 89-96.
- NUNEZ V.B., PONSDOMENECH E.R. — Heart puncture. Cardioangiography : clinical and electrocardiographic results. *Amer. Heart J.*, 41, 855, 1951.
- NUVOLI I. — Artoriografia dell'aorta toracica mediante puntura dell'aorta ascendente o del ventricolo. *Policlinico* 43 : 227-237, 1936.
- OLSSON O. — Contrast media in diagnosis and the attendant risks; the tolerance of the organism to some common contrast media. *Acta Radiol. Suppl.* 1954, 116, 75-83.
- OLSSON Olle. — Tolerance of cerebral blood vessels to contrast media of the Diodrast group in animal experiments and in man. *Acta Radiologica* 1950, 34, n° 4-5, pp. 357-360. *An. in Radiology* 1951, 57, n° 4, p. 588.
- OLSSON O. — Antihistaminic drugs for inhibiting untoward reactions to injections of contrast medium. *Acta Radiologica* 35, 43, 1951.
- PAPILLON J. — Intérêt de l'angiocardigraphie dans les malformations pulmonaires. *J. de Radiologie*, T. 38, 1957, p. 602.
- PAPILLON J. et MARION P. — Intérêt diagnostique de l'aortographie rétrograde par voie carotidienne. *Communic. au Congrès d'Electro-Radiol. de Culture Latine*, Bruxelles, 1951.
- PAPILLON J., PINET F. — Angiocardigraphies biplan à haute cadence. *J. de Radiologie et d'Electrologie*, T. 37, 1956, p. 449-453.
- PEABODY G., READER C.G., DOTTER C.T., STEINBERG I. et WEBSTER B. — Angiocardigraphy in the diagnosis of cardiovascular syphilis. *Am. J. M. Sc.*, 219 : 242, 1950.
- PENDERGRASS E.P., G.W. CHAMBERLIN, E.W. GODFREY und E.D. BURDICK. — Survey of deaths and unfavorable sequelae following the administration of contrast media. *Amer. J. Roentgenol.* 48, 741, 1942.
- PICO C. — Lesioni della parete arteriosa dop l'introduzione di liquido radiopaco. *Minerva Chirurgica* 12 : 22, 30-11-57, p. 1476-79.
- PIERRON J. — Les indications de l'angiocardigraphie. *Marseille Méd.* 86 : 347, 1949.
- PINET (Mme Annick). — Une méthode nouvelle d'aortographie : l'angiographie sous hypotension contrôlée. *Mémoire du diplôme d'Electroradiologie*, Lyon 1958.
- PINET F., GRAVIER J., VIARD H., ESTANOVE J. — Apport de l'hypotension contrôlée à l'exploration radiologique cardio-vasculaire. *Soc. Méd. des Hôpitaux de Lyon*, séance du 3 février 1958.

- PINET F., GRAVIER J. et PINET A. — L'aortographie rétrograde sous hypotension contrôlée. *J. de Radiologie*. T. 40, n° 3-4, 1959, p. 115.
- PIZON P. — Les accidents de l'urographie intra-veineuse. *La Presse Médicale*, 16 juin 1956, p. 1107.
- PONS B. — Contribution à l'étude des retours veineux anormaux décelés par cathétérisme ou angiocardigraphie. (Draînage pulmonaire anormal et anomalies des veines caves.) A propos de 74 observations. *Thèse Méd.* Paris, 1956.
- PONS H., BOLINELLI, CALAZEL. — Etude des divers procédés d'Angiocardigraphie. *Journal de Radiologie*, 220, 221, 1950.
- PONS. H. — Etude des substances de contraste utilisées en radiologie vasculaire. *J. de Radiologie et d'Electrologie*. 38 : 3-4, mars-avril 1957, p. 239-40.
- RACINE et REBOUL. — La ventriculographie cardiaque expérimentale. *Presse Médicale* 37, 10-5-1933.
- RACINE et REBOUL. — Retentissement cardio-vasculaire des injections de contraste dans le ventricule gauche. *Presse Médicale*, 27-12-1933.
- RANFIELD W.G., D.B. HACKEL und W.T. GOODALE. — Cardiac lesions following venous catheterization of the right auricle and coronary sinus of dogs. *J. Laborat. Clin. Méd.* 35, 287, 1950.
- RADNER S. — Thoracal aortography by catheterization from the radial artery. *Radiol.* 28 : 11, 178-180, 1948.
- RAVINA et SOURICE. — Etude expérimentale de l'artériographie pulmonaire. *Sté de Radiol. Méd. de France*, Séance du 8-3-1932 ; *B. et M. de la Sté de Radiol. Méd. de France*, 3-1932, 20, N° 187, p. 129-130.
- RAVINA A., SOURICE A., LESAGE J. et GODLEWSKI G. — Retentissement cardiovasculaire des injections de substances de contraste. *Presse Méd.* 1, 948-950, 1933.
- RAVINA. — L'exploration radiologique des vaisseaux pulmonaires par l'injection de substances de contraste. *Le Progrès Médical*, 3-11-1934, 61, N° 44, p. 1701-1705.
- RAVINA. — D'après la communication de Ameuille, Ronneaux, Hinault, Desgrez et J.M. Lemoine : Remarque sur quelques cas d'artériographie pulmonaire chez l'homme vivant. *Sté Méd. des Hôp. de Paris*, Séance du 1-5-1936 ; *B. et M. de la Sté Méd. des Hôp. de Paris*, 18-5-1936, 52, N° 16, p. 728.
- REBOUL H. et M. RACINE. — La ventriculographie cardiaque expérimentale. *Presse Méd.* 41, 763-767, 1933.
- REBOUL H. et RACINE M. — Etude expérimentale de la tension artérielle et de la respiration au cours des injections intracardiaques de solution de contraste. *Presse Médicale* 1953, 41, n° 103, p. 2099-2101.

- REBOUL H., LAUBRY et VERGOZ L. — Les modifications des courbes oscillométriques pendant les injections intra-artérielles de solution de contraste radiologique et de sérum physiologique. *Soc. Franç. d'Elect. Radiol. Méd.*, séance du 21 décembre 1953. *Soc. Franç. de Cardiologie*, séance du 17 mai 1953. *An. in Arch. des Maladies du Cœur*, 1953, 46, n° 6, p. 566.
- REYNOLDS G. — *British Heart Journal*, 15, 74, 1953.
- RICHTER W. — Nil Nocere : Zwischenfälle bei und nach aortographie. *Münchener Medizinische Wochenschrift*, 5 jul. 1957, p. 996-9.
- RIMINI R., DUOMARCO J. — A propos de la valeur de l'angiopneumographie globale et sélective. *Presse Méd.* 64 (69), 29 sept. 1956, p. 1582-3.
- ROBB G.P., und I. STEINBERG. — A practical method of visualization of the chambers of the heart, the pulmonary circulation and the great vessels in man. *J. Clin. Invest.* 17. 507, 1938.
- ROBB G.P. et STEINBERG I. — Visualization of the chambers of the heart the pulmonary circulation and the great blood vessels in man : summary of method and results. *J.A.M.A.* 114 : 474-480, 1940.
- ROLLINO A., BINDA B. et MARZOLLA S. — L'investigation artériographique dans l'étude de la vaso-motricité, son emploi possible en médecine expérimentale : résultats de cette méthode pour l'appréciation des effets vaso-moteurs exercés par quelques drogues injectées directement dans les artères. *Angiologia* 1952, 4, n° 1.
- ROSSI E. — Considérations sur les cardiopathies, congénitales avec cyanose observées à l'Hôpital des Enfants de Zurich. *Cardiologia* 15 : 163, 1949-50.
- ROTH H. — Nil nocere : Fehler, Gefahren, und Mortalität bei der Kontrastdarstellung des Herzens und des Lungenfässe. *Münchener Medizinische Wochenschrift* 96 : 16, 16-4-1954, p. 417-421.
- ROY A. — L'artériographie pulmonaire. *Thèse* Paris 1938.
- ROY A.D. — Acute renal failure after aortography. *Lancet* 273 (6984), 6 july 1957, p. 16-17.
- RUOL A., D'AGNOLO B., PICCOLO F. — Sull'anuria da aortografia. *Acta Medica* (Patavina), janv.-mars 1957, p. 49-66.
- SALEN E.F., WIKLUND T. — *Acta Radiologica* 30, 299, 1948.
- SANTY P., MARION P., PAPILLON J., PINET A., DALLA PALMA L., BIESSY R. — Etude radiologique des anévrysmes de l'aorte thoracique et du tronc brachio-céphalique. Apport de l'Angiocardiographie. *Revue Lyonnaise de Médecine*, 15 avril 1955, p. 241.

- SAVINI L., SCARONI J.L. — Cateterismo cardiaco ed angiocardigrafia. *Boll. Soc. Méd. Chir. Bresciana* 3, p. 2, 1949.
- SANDSTROM C. — Nature allergique ou non, des effets secondaires des substances de contraste. *Nordisk Medicin*, Stockholm, 10-3-1955, 58, n° 10, 389-392.
- SANDSTROM C. — Secondary reactions from contrast media an the allergy concept. *Acta Radiologica*, 9-1955, 44, n° 3, 233-248.
- SANDSTROM C. — Contrast media for the kidneys, heart and vessels, and their toxicity. *Acta Radiologica*, Stockholm, 39 : 4, avril 1953.
- SANGER M.D., EHRLICH D.E. — A method of reducing reactions in I.V. pyelography with an antihistamine. *Annals of Allergy* (St Paul), may, june 1956, p. 254-8.
- SAUVAGE, HATT et MERCIER. — Intérêt de l'angiocardigraphie en chirurgie pulmonaire. *Académie de Chirurgie*, séance du 18-10-1950 ; *Mém. de l'Académie de Chirurgie*, Y. 76, N° 26-27, p. 783 ; *An. in Presse Médicale*, 28-10-1950, 58, N° 68, p. 1214.
- SECRETAN M. — Les accidents au cours des U.I.V. *J. Belge de Radiologie*, 39-1-56, p. 76-87.
- SCHILLIRO. — Accident grave par tétanie et collapsus au cours de l'injection iodée pour U.I.V. *J. d'Urologie Médicale et Chirurgicale*, déc. 1955, p. 889-890.
- SCOZIA R., CENTRELLA G., LUCARELLI M. — Recenti acquisizioni in campo di angiopneumographica; rassegna sintetica. *Arch. Tisiol. Nap.* 11 (1), janv. 1956, p. 10-27.
- SHAW R.S. — Vascular response to intra-arterial Diodrast et Urokon during arteriography. *Surgery*, 3-1956, 39, 385-388.
- SMITH W.W., R.E. ALBERT and B. RADER. — Myocardial damage following in advertent deep cannulation of the coronary sinus during right heart catheterization. *Amer. Heart J.* 42, 661, 1951.
- SOURNIA J.C. — L'angiopneumographie dans les indications d'exérèse pulmonaire. *Lyon Chirurgical*, T. 47-48, 1952, p. 953-964.
- SOSMAN M.C. — Venous catheterization of the heart I. Indications, technics and errors. *Radiol.*, 48, 441, 450, 1947.
- SOSSOI M. — *Ann. Radiolog. Diag.* 25, 417, 1952-3.
- SOULIÉ, PITON et TOUCHE. — L'angiocardigraphie dans le diagnostic des cardiopathies congénitales (à propos de 200 examens). *Arch. des Mal. de Cœur*, 1951, p. 1057-1087.
- STERN W.E. — The iodine content of the cerebrospinal fluid following diodrast angiography. *Tansactions of the american neurological association* (Richmond), 78 th meeting 1953.
- SUSSMANN M.L., M.F. STEINBERG und A. GRISHMAN. — Multiple exposure technique in contrast visualization of cardiac chambers and great vessels. *Amer. J. Roentgenol*, 46, 745, 1941.

- SUSSMANN M.L., A.L. GORDON, S.A. BRAHMS, B.M. SCHWARTZ, A. GRISHMAN, N.F. STEINBERG und F.H. KING. — The technique of cardiac catheterization and angiocardiology as employed at the Mount Sinai hospi. *J. Mount Sinai Hosp.* N.Y. 17, 272, 1951.
- SUTTON G.C., WENDEL G., WEDELL H.G., SUTTON D.C. — *Amer. J. of Roentgenology* 67, 596, 1952.
- SZUTRELY G., RANKY L. — A cocktail lytique két újabb Alkalma-zasi t r lete. (Two new applications fields for lytic cock-tail; prevention of hazards in angiocardiology.) *Orvosi Hetilap*, 30 sept. 1956, p. 1108.
- TAYLOR H. et GOVERN T. — Evaluation of angiocardiology. *J. A. M. A.*, 121 : 1270, 1943.
- TORI G., PETRUCCI D. — Blocaggio temporaneo dell' arteria polmo-nare ed angiopneumografia selettiva. *Radiologica Medica* (Torino), 38-4, nov. 1952, p. 1171-7.
- THOYER ROZAT P. et PIEQUET J. — Le rôle de l'angiocardiology dans le diagnostic des opacités médiastinales et para-médiastinales. *Journ. de Radiol. et d'Electr.* 1950, 31, N  9-10, p. 525.
- THOYER ROZAT P., DURAND M., HATT F.Y. et PIEQUET J. — Techni-que de l'Angiocardiology. I) Le Matériel et les méthodes. II) Le malade. *Semaine des Hôpitaux*, 6 juin 1949, 25, N  42, p. 1796.
- TRUCHOT P., DEGAND F. — A propos d'un nouveau moyen de con-traste pour U.I.V. et art riography : l'Acétiodone. *J. de Radiologie et d'Electrologie*, 5-6, 1955, p. 397.
- VAN DER LINDEN C. — Recherches expérimentales au sujet des substances de contraste utilisées pour l'art riography. *Arch. Intern. de Pharmacodynamie et de Thérapie*, 1942, 67 (Off. Intern. de Librairie, 184, rue de l'Hôtel-des-Monnaies, Bruxelles).
- VAN DEN VELDEN. — Die intracardiale injektion. *M nch. Med. Wschr.* 10, 274, 1919.
- VIALLET, SENDRA, CHEVROT, AUBRY, COMBE. — L'ngiocardiopneumo-graphie élargie, méthode d'opacification vasculaire générale par voie veineuse. Masson  dit. 1959.
- VIALLET M., CHEVROT L., SENDRA L. COMBE P., AUBRY P. et SARROUY J. — Méthode angiographique simple permettant l'étude de la grande circulation angiocardiology «  largie ». *J. de Rad. et d'Electr.* 1956, 37, N  5-6, 285-292.
- VIC-DUPONT. — *Données actuelles sur l'angiopneumography. Tech-niques et thérapeutiques en pneumologie*, T. II, 1952, p. 135-145.
- WALSH B.J. — Cardiac catheterization and angiocardiology. *Bull. of the Georgetown University Medical Center.* 7 : 2 nov. 1953, p. 43-7.

- WARBURG E. — Clinical statistic on 1.000 cases. *Acta Medica Scandinavia*, 151, 1955, p. 209.
- WARREN J.V. — The indications for cardiac catheterization an angiocardiology. *North Carolina Medical Journal*, 14, II, nov. 1953, p. 574-6.
- WATSON. — An experimental study of the affects of poncture of the heart in cases of chloroforma narcosis. *J. Amer. Med. Ass.* 1887.
- WEISS. — L'angiopneumographie. *Académie de Chirurgie*, Séance du 22-11-1950. *An. in Presse Médicale* 1950, 58, N° 77, p. 1362.
- WEISS A.G., WITZ J., KOEBELE F., HOLLENDER L. — L'angiopneumographie dans l'étude des silicoses et des dilatations bronchiques. *Soc. d'Electro-Rad. de l'Est*, Strasbourg, 11-6-50, in *J. d'Electro-Rad.*, 32, 3-4, 1951.
- WITZ J.P., WAGNER J.P., MAIER A., RUEBSAMEN J. — Limites de l'exploration radiologique dans les tumeurs du médiastin. *Jour. de Radiol.* 1957, T. 38, p. 468.
- WITZ J., HORST J. et WAGNER J. — L'aortographie thoracique. *Journ. Radiol. Electr.*, T. 36, N° 3-4, 1955.
- WITZ J. — Recherches cliniques sur l'angiopneumographie. *Thèse* Strasbourg 1950.
- WOOD E.H., J.E. GERACI, A.A. POLLACK, D. GROOM, B.E. TAYLOR, J.W. PENDER und D.B. PUGH. — General and special technics in cardiac catheterization. *Proc. Staff. Meet. Mayo Clin.* 23, 494, 1948.
- ZIMDAHL W.T. — Disorders of cardiovascular system occuring with catheterization of the right side of the heart. *Amer. Heart. J.* 41, 204, 1951.
- ZSEBOCK Z., GERGELY R. et M. — Az angiocardigraphias kontrasztanyag hatasa a vasomotor es legz functoria (Effets des produits de contraste utilisés en angiocardigraphie sur les fonctions vasomotrice et respiratoire.) *Orvosi Hetilap* (Budapest), 28-3-1954, p. 352-4.

TABLE DES MATIERES

Introduction	11
CHAPITRE PREMIER. — Historique	13
CHAPITRE II. — Les techniques de l'angio-cardio-pneumographie	17
CHAPITRE III. — Etude analytique des statistiques et rapports sur les complications graves et en particulier mortelles des angiocardigraphies	21
— Statistiques lyonnaises	41
— Etude globale des statistiques	50
CHAPITRE IV. — Observations cliniques et expérimentales au cours d'angiocardigraphies	53
— Etude générale des produits de contraste	54
— Réactions cliniques observables au cours d'une injection de produit de contraste	57
— Constatations cliniques et expérimentation au cours d'angiocardigraphie	64
— L'électrocardiographie au cours de l'angiocardigraphie clinique	71
— Les réactions cérébrales et l'électro-encéphalographie	73
— Les complications des cathétérismes cardiaques	77
— Problème de l'anesthésie	81
— Problème de la prémédication	83

— Le problème de la dose de rœtgens au cours d'une A.C.G.	85
— Conclusions apportées par les données cliniques et expérimentales	90
CHAPITRE V. — Incidences pratiques de cette étude	93
Conclusions	101
Bibliographie	103

